anxa
2727
-587

All'Illustre Sig.r
Prof. fav. Michele Stefano De Rossi
omaggio devoto e riverente
dell'Autore

NUOVI STUDI INTORNO AI MEZZI

USATI DAGLI ANTICHI

PER ATTENUARE LE DISASTROSE CONSEGUENZE

DEI

TERREMOTI

PER

ANTONIO FAVARO

Professore nella R. Università di Padova; Membro ordinario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Padova; Onorario dell'Ateneo di Bergamo; Effettivo della Società degli Ingegneri e degli Industriali di Torino; Corrispondente del R. Istituto di Napoli, della R. Società di Salerno, della R. Accademia Peloritana, dell'Associazione di Manchester, della Società delle scienze di Hermannstadt ecc. ecc.

VENEZIA
TIPOGRAFIA GRIMALDO E C.
1875

51. FAVARO A. - **Nuovi studi** intorno ai
antichi per attenuare le disastrose conseguenze
remoti. Venezia, Girmaldo - 1875 - 8° - pp. 136
40. DA
16°
d-
72

vPd

(۱۹۷)

NUOVI STUDI INTORNO AI MEZZI

USATI DAGLI ANTICHI

PER ATTENUARE LE DISASTROSE CONSEGUENZE

DEI

TERREMOTI

PER

ANTONIO FAVARO

Professore nella R. Università di Padova; Membro ordinario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Padova; Onorario dell'Ateneo di Bergamo; Effettivo della Società degli Ingegneri e degli Industriali di Torino; Corrispondente del R. Istituto di Napoli, della R. Società di Salerno, della R. Accademia Peloritana, dell'Associazione di Manchester, della Società delle scienze di Hermannstadt ecc. ecc.

VENEZIA

TIPOGRAFIA GRIMALDO E C.

1875

Plurimum ad inveniendum contulit,
qui speravit posse reperiri.

L. A. Senecae, *Nat. Quaest.* Lib. IV, cap. II.

Volge appena l' anno, dacchè in questo stesso recinto voi voleste cortesemente ammettermi a darvi lettura d'un mio lavoro intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti (1): classi-

(1) Lo scritto a cui si allude venne letto al R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti nell' adunanza del 15 giugno 1874, e si trova inserito nel tomo terzo della quarta serie degli *Atti* dell' Istituto medesimo, pag. 2024-2067 e pag. 2243-2293. Venne poi pubblicato a parte sotto il titolo seguente: *Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti* per Antonio Favaro ecc. Venezia, tip. Grimaldo e comp., 1874, e munito di una appendice che contiene le quattro note seguenti:

Nota A. *Intorno ai pozzi di Udine.*

» B. *Sui rapporti dei fenomeni elettrici coi terremoti.*

» C. *Sui para-terremoti.*

» D. *Precetti architettonici intesi ad attenuare i danni che i terremoti recano agli edifizii.*

Il presente lavoro venne pur esso letto al R. Istituto veneto nell'adunanza del 21 giugno 1875, e per esso dobbiamo ripetere quanto abbiamo già avvertito per il primo: che cioè mantenendoci negli angusti con-

ficando questi mezzi in tre categorie, io comunicava quanto dagli antichi erasi operato, sia stabilendo dei criterii, i quali permettano di predire il presentarsi del fenomeno, sia usando di spedienti, i quali impediscano alla commozione tellurica di manifestarsi in tutta la sua intensità, sia per ultimo adottando tali disposizioni, per le quali, avvenendo il terremoto, i fabbricati, entro cui gli uomini trovano riparo, resistano al massimo possibile agli scuotimenti che tendono a rovesciarli.

Nell' esporre tuttavia i risultati, ai quali io era pervenuto, assai più in base a ricerche di indole storica e ad indagini bibliografiche, che non condottovi da quel profondo possesso scientifico della questione, che si richiederebbe a buon diritto in chiunque si dispone a trattare con intenzioni novatrici una materia cotanto complessa e che ha richiamato a più riprese l' attenzione di uomini eminenti negli studii di fisica terrestre, l' animo mio non poteva esimersi da un sentimento di fortissima trepidazione, la quale cessò allora soltanto che io ho potuto farmi certo come quel mio studio avesse trovato presso i dotti la migliore accoglienza, e che d'ogni parte mi venivano incoraggiamenti a procedere animosamente nella via, nella quale, fidando forse un po' troppo nelle mie forze, io aveva avuta la temerità di spingermi.

Ed a tutti questi valenti cultori di studii cotanto ardui, che non disdegnarono di porgere la mano a me novizio in discipline, alle quali essi avevano per lunghi anni applicata la elevata loro intelligenza, chiamandomi a compagno dei loro studii, sovvenendomi del loro consiglio ed onorandomi talvolta al punto da giovarsi del mio, voglio anzitutto

fini di uno scritto al quale dovemmo dar la forma di una lettura accademica, abbiamo rimesso in note copiose ed in una separata appendice taluni sviluppi e numerose testuali citazioni di fatti, sui quali ci permettiamo di richiamare in modo speciale l' attenzione del lettore.

esprimere la illimitata mia gratitudine, e se, proseguendo in cosiffatto ordine di studii, mi riesca di giungere a risultamenti, dei quali in qualsiasi modo possa la scienza avvantaggiarsi, io li intitolo fino da ora a que' benevoli, i quali da bel principio mi furono larghi del loro appoggio e di benigno consiglio.

Prima tuttavia di accingermi alla esposizione delle nuove ricerche da me istituite sull' argomento, al quale, niuno vorrà non riconoscere un interesse altissimo, mi sia lecito mandare innanzi alcune brevissime considerazioni generiche intorno al valore che gli studii d' indole storica possono presentare in questo ed in consimili ordini di ricerche.

Non è mia intenzione accennare neanche di volo alla celebre contesa che sul finire del decimosettimo secolo si agitò in Europa sui meriti degli antichi, per l' occasione datane dal Perrault (1): voglio soltanto affermare il bisogno in cui dopo tante divagazioni, noi ci troviamo di ritemprarci alle pure fonti degli antichi per attingere da esse alcune verità, che attraverso i secoli o furono offuscate o totalmente dimenticate, o peggio, svisate e disconosciute (2). E l' uso proporzionato ed intelligente del metodo

(1) Chi volesse formarsi un concetto esatto e riassuntivo di tale questione, potrà utilmente consultare la introduzione al *Tentativo di una transazione tra gli antichi e i moderni intorno alla preminenza sull' invenzione, miglioramento e perfezione delle scienze e delle arti, come una conclusione necessaria al libro dell' origine delle scoperte attribuite a' moderni* del sig. Lodovico Dutens. Ven. MDCCLXXXIX, presso Tommaso Bettinelli.

(2) Prego qui che queste mie parole non sieno interpretate alla lettera ed in modo assolutamente generale, attribuendovi un significato che realmente non ho inteso di dar loro. E di questa dichiarazione provo tanto maggiore il bisogno, giacchè mi accadde, che quando fu pubblicato il mio primo lavoro sui terremoti, taluno giunse a dire aver io in esso sostenuto che adottando quei mezzi suggeriti dagli antichi, non si

storico nello studio delle scienze, per l' addietro cotanto negletto, e che ora appena appena accenna ad entrare in qualche favore presso gli studiosi, può da solo condurre al raggiungimento di un tanto scopo, nè mancano gli esempii atti a testificarne la suprema importanza.

Non sono trascorsi lunghi anni dall' epoca in cui in un vecchio idolo scoperto in Germania, si è rinvenuta la prova che quegli antichi popoli conoscevano ed impiegavano la forza espansiva del vapore. Forse i dotti agricoltori, che ai nostri giorni si studiano d' introdurre le macchine nella lavorazione delle campagne, sono ben lungi dal pen-

avrebbero più avute a deplorare le tristissime conseguenze di cotali spaventosi fenomeni. A convalidare pertanto il mio asserto, che cioè in talune questioni ci è mestieri ritemprarci alle fonti degli antichi, citerò un solo esempio, traendolo da un campo, nel quale la scienza moderna ha segnato i maggiori e più proficui progressi, dalla fisica. Il sig. E. H. v. Baumhauer nella sua relazione sugli apparecchi densimetrici alla Esposizione universale di Parigi (*Exposition universelle de* 1867 *à Paris.* — Rapports du jury international publiés sous la direction de M. Michel Chevalier. *Appareils densimétriques* par M. E. H. de Baumhauer. Paris, imprimerie et librairie administratives de Paul Dupont, 1867, pag. 6) così si esprime: « L' aréométrie n' est pas une science » d' hier; depuis son origine, elle a fait l' objet des études d'un grand » nombre d' hommes distingués; et pourtant, il faut le dire, quelque » pénible que soit cet aveu, non seulement elle n' a fait que peu de » progrès, mais le désir de produire du nouveau, d' attacher son nom » à quelque instrument, etc., a tellement embrouillé la question, qu' il » est plus que temps de proclamer à haute voix les idées saines qui » avaient dejà été énoncées sur la matière il y a des siècles, mais qui » ont passé inaperçues, et de ramener l' aréométrie à sa forme la plus » simple, car le *simplex sigillum veri* trouve ici une confirmation éclatante. » Questa idea qui semplicemente enunciata, io mi propongo di sviluppare poi completamente in un lavoro al quale sto attendendo, e che sotto il titolo di *Notizie storiche sulla invenzione dell' areometro*, vedrà quanto prima la luce nel *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, pubblicato in Roma dall' Ecc. Principe Don Baldassarre Boncompagni.

sare che al tempo dei Romani, i Galli impiegavano una macchina assai ingegnosa per la mietitura delle loro messi. Gli è nelle medaglie di Domiziano, e non dagli scritti di storia naturale, che noi abbiamo imparato come i Romani conoscessero animali, dei quali si è a lungo negata l' esistenza; si è per ultimo esaminando con cura degli scarabocchi indecifrabili scolpiti sulle roccie, e non leggendo dei trattati di geografia e di navigazione che siamo indotti a pensare che gli scandinavi, molti secoli prima di Colombo, avevano approdato sulle spiaggie dell' America settentrionale.

Si cadrebbe in errore supponendo che tali scoperte non possano aver luogo se non riguardo a popoli i cui monumenti storici e letterarii sono in gran parte scomparsi: malgrado la invenzione della stampa, malgrado il numero sterminato di libri che da quattro secoli inondarono il mondo civile, havvi una immensità di fatti, i quali oggidì sono caduti totalmente in obblìo. Senza dubbio ciò deve attribuirsi in gran parte alla precocità di scoperte lanciate in seno ad una società non abbastanza progredita per comprenderne tutta la portata. Ciò è avvenuto per i satelliti di Giove noti ai chinesi prima di Galileo, e per certi lavori degli indiani, che nella teoria dei numeri hanno precorso di molti secoli il giorno in cui Eulero produsse gli stessi risultati in Europa, mentre non convien credere che tali scoperte, benchè cadute in dimenticanza, sieno rimaste senza influenza sull' avvenire (1).

Anche senza essere dotati di un fortissimo spirito di osservazione, non si può a meno dal restare colpiti dal fatto, per il quale fino oggidì non si prestò generalmente

(1) Per siffatto ordine d' idee cfr. la introduzione al *Catalogue of the mathematical, historical, bibliographical & miscellaneous portion of the celebrated library of* M. Guglielmo Libri, ecc. *Part the first* A-L, ecc. Printed by J. Davy and sons. London, 1861.

attenzione a quelle antiche scoperte, se non quando delle scoperte analoghe, fatte in tempi a noi più vicini, ebbero risvegliato l' allarme nel campo degli spiriti indagatori ed illuminati. Dovremo quindi seguir sempre questo giro vizioso per giungere alla conoscenza di quelle ricche gemme, che, commiste bensì a molta ganga, ma pur sempre preziose, si celano nell' opera laboriosa e proficua di quanti ci precedettero nella ricerca del vero?

D' altronde, indipendentemente da uno scopo di utilità immediata e pratica, vi è un problema d' ordine ben più elevato per chi si applica allo studio dei progressi dello spirito umano, ed esso consiste nella scoperta del metodo. Trascurare il cammino, che l'umanità ha dovuto percorrere per giungere a questo od a quell' altro vero, varrebbe quanto il non degnar d' attenzione un teorema di matematica, se non quando ha preso fra le mani di Lagrange o di Gauss una forma definitiva: varrebbe quanto trascurare le larve e le crisalidi meno perfette di un insetto per non istudiarlo che sotto la forma di brillante farfalla! La scienza non può che guadagnare rammentandosi delle sue origini e conservandone memoria riconoscente.

I.

la predizione del terremoto

Delle varie questioni intorno ai terremoti, sulle quali, ammaestrato dallo studio della dotta antichità, ho creduto opportuno di richiamare in particolar modo l' attenzione degli specialisti, havvene una sulla quale volsero principalmente le obbiezioni che mi vennero mosse e che mi porse appunto l' occasione di ritornare sull' argomento, approfondendo ricerche dapprima istituite soltanto in modo generico e senza riguardo a certi fatti che la moderna sismologia ha potuto constatare. Tale è appunto quello che si riferisce alla possibile predizione dei terremoti.

Mi si venne infatti osservando che coll' addurre i fatti

delle predizioni di Anassimandro e di Ferecide, io intendessi a voler far credere « come una o due coincidenze accidentali potessero bastare a dar credito alla regola supposta alle profezie degli antichi »; tal altro, insistendo pure sulla probabilità estrema che si trattasse in quei casi di coincidenze affatto fortuite, volle ammonirmi come le istorie avessero potuto ricordare un qualche caso, nel quale per combinazione la profezia si era avverata, ma non avessero poi tenuto conto di quelle altre innumerevoli occasioni, nelle quali la stessa casuale e fortunata congiuntura non si fosse realmente presentata: altri per ultimo senza addurmene i motivi, affermarono non potersi meco accordare nelle conclusioni alle quali io ero a questo proposito pervenuto (1).

Onde rispondere a cosiffatte obbiezioni, è mestieri che

(1) Nella *Rivista italiana di scienze, lettere ed arti*, anno I, volume II, pag. 641, un critico, del resto molto benevolo, tenendo parola del mio primo lavoro sui terremoti, fra le altre cose credette di poter scrivere: « Ove se ne eccettuino poche pagine, che riguardano le predizioni antiche sui terremoti, e nelle quali pochi si accorderanno coll'autore, il rimanente del volume è pieno d'idee buone e sane e tali che da esse non si può dissentire. » Non posso poi lasciar correre senza ribatterlo un appunto che il critico stesso crede di poter muovermi là dove scrive: « Egli vi ricorda l'antichità e la frequenza dei terremoti; vi richiama brevemente e bene le idee degli antichi sulle cause loro; vi accenna con sufficiente larghezza le idee dei moderni intorno ai medesimi e *infine riesce all'argomento che diede il titolo al libro*. Devo qui aggiungere che o il critico non ha letto per intero il mio scritto, o se ne è formato un concetto ben strano, se può asserire che riesco *in fine all'argomento che diede il titolo al libro:* di questo argomento io mi sono occupato costantemente dalla prima all'ultima pagina del mio lavoro e me ne appello a chiunque lo ha letto. Come autore non mendico gli elogi, ma desidero che quel qualunque giudizio che i critici vogliano pronunziare sul mio operato, dimostri che esso ha per base la conoscenza della questione in generale e l'accurato esame dello scritto che si tratta di giudicare.

io cominci dal ricordare l'impressione gravissima prodotta in me dallo scorgere come, tanto nell' antichità, quanto in epoche a noi relativamente più vicine, si trovasse con tanta asseveranza affermata la possibilità di preannunziare i terremoti, mentre nei grandi trattati moderni di sismologia un problema di così grave importanza non si trovava pure adombrato. Di qui appunto ebbe origine lo studio da me istituito sui fenomeni concomitanti le forti commozioni telluriche, e la proposta di quel criterio che ho già discusso con ogni particolare e sul quale mi riservo di tornare più innanzi. Se un tale criterio dovrà riconoscersi per giusto, se almeno non potrà negarsi che esso costituisca per sè stesso un nuovo punto di vista, che promette di gettare una qualche luce sul gravissimo problema, penso che i particolari della questione storica dovranno assolutamente considerarsi come accessorii e passare in seconda linea: e mentre per parte mia non mancherò di professarmi debitore d' un tale criterio a quegli antichi che me ne suggerirono l' idea, non avrò difficoltà alcuna nel consentire anche in massima alle obbiezioni che si credette di potermi rivolgere, e ciò tanto più che, chiunque si faccia a leggere attentamente quanto io ebbi già motivo di scrivere su tale argomento, potrà agevolmente convincersi come esse tenderebbero ad infirmare principii che io non ho mai pensato a sostenere. Valgano infatti le poche coincidenze che la indagine storica ha somministrato, onde dar credito alla regola che può supporsi abbiano gli antichi stabilita a base della predizione dei terremoti: abbia o meno la storia registrato accanto alle profezie avverate quelle che non raggiunsero l' effetto loro, se per qualche via si renda possibile non puranco la effettiva predizione del fenomeno, ma la scoperta anche d' un semplice barlume, per certo non in assoluta contraddizione collo scopo stesso, anzi con tutta la probabilità ad esso consentaneo, io penso che la ricerca storica abbia sortito il suo effetto, e che ciò sia, confido

di poter provare con validi argomenti nel seguito di questa mia lettura.

Dissento quindi completamente da chi credette trovare nel capitolo relativo alla predizione dei terremoti, il lato più attaccabile del mio lavoro, chè anzi io credo che degli ammaestramenti tramandatici dagli antichi, questo appunto della previsione, sia quello che maggiormente deve richiamare l' attenzione nostra, e su cui devono convergere i maggiori nostri studii; per la qual cosa ho creduto opportuno di nuovamente imprendere lo studio degli antichi lavori sulla sismologia, dedicandomi a sviscerare in particolar modo questa partita, onde completare da questo lato la trattazione dell'argomento e raggiungere così un doppio scopo: conoscere cioè anzitutto quali fossero le opinioni dell' antichità a tale proposito, studiare in seguito se in qualche parte le ricerche ulteriori abbiano confermato i risultamenti dagli antichi enunciati, ed approfittarne all'occasione, senza attribuire ad essi da una parte troppo valore, senza spregiare dall' altra quel corredo di nozioni che costituiscono il patrimonio scientifico delle più remote generazioni; e non esagerando nè nell' un senso nè nell' altro, rimaner fedeli al precetto del filosofo: *scilicet est durum veteres contemnere: durum praeferre omnino tempora prisca novis!*

Se noi ci facciamo a studiare appo gli antichi quali per essi dovessero ritenersi come segni di prossimo terremoto, dobbiamo attenderci a trovarli strettamente collegati colle cause, alle quali secondo loro era da attribuirsi il fenomeno, perciò che qualsiasi manifestazione esterna, la quale più o meno strettamente si connettesse ad una di quelle cause, veniva giustamente da essi ritenuta come un segno di non lontano terremoto.

Delle predizioni avverate di Anassimandro (560 a. C.) (1)

(1) Nel precedente mio lavoro, trattando delle predizioni dei terremoti (*Atti* del R. Istituto veneto ecc., t. III, serie IV, pag. 2053; *In-*

e di Ferecide (540 a. C.) (1), mi sono già occupato con ogni particolare, raccogliendo diligentemente tutto quanto relativamente ad esse mi venne fatto di trovare: a queste, ulteriori ricerche mi permetterebbero di aggiungerne altre ancora, ma riservandomi di ritornare a tempo opportuno tanto sulle une che sulle altre, passo ad esaminare quali si fossero a tale proposito le opinioni del grande Stagirita, espresse in quell' opera veramente gigantesca, che rappresenta presso di noi lo stato della meteorologia, tre secoli e mezzo prima dell' èra cristiana. — Dopo esposta in confronto delle opinioni di Anassagora Clazomenio, di Anassimene Milesio e di Democrito Abderita (2) la sua nuova

torno ai mezzi usati dagli antichi, ecc., pag. 30) ho accennato come le mie indagini non mi avessero condotto ad alcun risultato relativamente ai criterii che avevano servito di base alla predizione di Anassimandro. Fui più fortunato nelle ricerche ulteriori e, per quanto tali notizie sieno da accogliersi col benefizio dell' inventario, passo a registrarle.

In uno scritto intitolato: *Dei terremoti, loro cagioni, effetti e malori che producono e loro cura preservativa in generale.* Lettera all' illustrissimo sig. marchese Andrea Maidalchini, del dott. Vincenzo Teloni, nobile viterbese, ecc. In Viterbo, per Giulio de Giulii 1703, leggesi quanto appresso: « raccontasi che Anassimene dal volo degli uccelli predicesse il terremoto: Pittagora da gustar l' acqua da un pozzo averlo preconizzato: Et Anassimandro Milesio con astrologica cognizione haverlo predetto a' Lacedemoni. »

(1) *Pythagoras und Hypatia. Oder: die Mathematik der Alten.* Für das Studium der wissenschaftlichen Bildungsgeschichte ausgearbeitet von L. Lüders. Mit einer syncronistischen Tafel und vorbereitenden Aphorismen über das Wesen der Geschichte, über höchste Ansicht und höchstes Object aller historischen Studien. Altenburg und Leipzig, bei Wilhelm Ernst Richter, 1809, pag. 72 e 76.

(2) Dal testo di Aristotele (Aristoteles *latine interpretibus variis.* Edidit Academia Regia Borussica. Berolini, apud Georgium Reimerum, a. 1831. Ex officina Academica. *Meteorologicorum*, lib. 2, cap. 7) apparirebbe che le spiegazioni del terremoto pôrte da questi tre filosofi

teoria, in base alla quale nel vento sotterraneo deve riconoscersi la causa del terremoto, soggiunge (1): « Ecco perchè la maggior parte dei terremoti ed i più violenti si pro-

fossero le sole, delle quali alla sua epoca si avesse cognizione. Il Barthélemy Saint-Hilaire nella sua traduzione dei *Meteorologici* (*Météorologie d' Aristote traduite en français pour le première fois et accompagnée des notes perpétuelles avec le pétit traité apocryphe du monde*, ecc. Paris, A. Durand, 1863, pag. 178) asserisce assai opportunamente che tali opinioni devono riguardarsi come le principali, giacchè, oltre ai tre filosofi suaccennati, sembra che Talete di Mileto, Archelao, Diogene d' Apollonia e Metrodoro di Chios, abbiano essi pure esposte talune idee sulle cause dei terremoti. Confronta a tale proposito G. L. Ideler (*Meteorologicorum*, lib. VI. *Graeca verba denuo post Bekkerum ad cod. veter. ed. fid. rec. novam interpret. lat. confecit, excerpta ex comment. Alexandri, Olympiodori et Joa. Philoponi, suos commentarios adjecit, de auctoritate, integritate et fide libror. deque criticis subsidiis praefatus est, indic. denique verbor. et rerum uberrimos addidit* Jul. Ludov. Ideler. Lipsiae, 1834, t. I, p. 584). Delle opinioni dei due primi mi sono occupato io pure in base a quanto ne viene riferito da Seneca. Cfr. *Atti* del R. Istituto veneto, ecc., t. III, serie IV, pag. 2036, 2040; *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc., pag. 14, 17.

(1) « δίο γιγνονται νηνεμίᾳ οἱ πλεῖστοι καὶ μεγιστοι τῶν σεισμων. . . « unde fit ut plurimi maximique terraemotus coelo tranquillo fiant. » Cfr. Aristoteles. Op. cit., lib. II, cap. 8.

Per quanti sforzi io abbia fatto onde tenermi estraneo alla questione filologica, nella quale mi riconosco assolutamente incompetente, mi è giuocoforza accennarvi almeno di volo, onde legare la interpretazione di un passo di Aristotele da me accettata nel mio precedente lavoro (*Atti* del R. Istituto veneto, ecc., t. III, serie IV. pag. 2035; *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc., pag. 12) alle cose che ora sono per dire. In quella occasione io aveva adottato per πνεῦμα la interpretazione nel senso di *vapore*, poichè effettivamente mi sembrava che in quel caso, tale fosse il senso da attribuirsi a questo vocabolo: quando poi mi venne fatto di riscontrare che il Barthélemy Saint-Hilaire aveva creduto opportuno di tradurre la parola stessa con *vento*, ho voluto approfondire un po' più le mie ricerche, e ne espongo ora succintamente il

ducono quando più non soffia il vento (1); » indi prosegue in modo non del tutto chiaro: « gli è perchè la esalazione che è continua, segue la maggior parte del tempo l'impul-

risultato. Una autorità in tale argomento così si esprime (ΘΗΣΑΥΡΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΛΩΣΣΗΣ. *Thesaurus grecae linguae, ab* ENRICO STEPHANO *constructus*, ecc. Vol. sextum. Parisiis, excudebat Ambrosius Firmin Didot, ecc., 1842-1847, col. 1252-1255): « Πνεῦμα, τὸ. Flamen, Flatus, Spiritus; peculiariter autem in animantibus Anhelitus Plerumque ventorum flatus, ventus ut et Aristot. *De Mundo* (c. 4) his verbis docet: « Ἄνεμος οὐδέν ἐστι πλὴν ἀὴρ πολὺς ῥέων καί ἀθρόος, ὅστις ἅμα καὶ πνεῦμα λέγεται. » Ecc. La stessa Accademia Reale di Prussia nella celebre edizione delle opere di Aristotele da essa pubblicata (ARISTOTELES *latine interpretibus variis*. Edidit Academia Regia Borussica. Berolini, apud Georgium Reimerum, A. 1831. Ex officina Academica) non accetta per la parola πνεῦμα una decisa interpretazione. Infatti al libro I, cap. 13 dei *Meteorologici* traduce: « Περί δ' ἀνέμων καί πάντων πνευμάτων .... » per « De ventis autem flatibusque omnibus; » e più innanzi al libro II, cap. 4, traduce: « Περί δε πνευμάτον λέγομεν, λαβόντες ἀρχὴν την εἰρημένην ἡμῖν ἤδη πρότερον ..... » per « De ventis autem, initio quod iam prius diximus sumpto, dicamus. » In seguito a ciò spero che non si vorrà farmi un appunto se io stesso mi mostro esitante nel dare al termine πνεῦμα una decisa interpretazione: ad evitare tuttavia d'ora innanzi qualsiasi confusione, avverto che ho senz'altro adottata la interpretazione di BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE: ogniqualvolta pertanto avrò bisogno di citare un passo del nostro filosofo, avrò cura di riprodurre appiè di pagina il testo latino adottato dall'Accademia Reale di Prussia e nel quale, per quanto è a mia conoscenza, concorda la grande maggioranza dei moderni filologi.

Non voglio pertanto passare sotto silenzio come per l'opinione di autorevolissimi scrittori per πνεῦμα devano intendersi i gas elastici racchiusi nell'interno del nostro globo, i quali colla loro espansione produrrebbero quelle formidabili convulsioni. In questo medesimo senso si interpreta anche l'opinione di SENECA: « Dum alterna vis (ventorum in abdito tumultuantium) cursat, et ultro citroque spiritus commeat, terra concutitur. » (*Nat. Quaest.*, lib. VI, 13) e l'altra di PLINIO: « Ventos in causa esse non dubium reor. » (*Hist. mundi*, lib. XI, 81).

(1) Il BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE già citato, qui soggiunge in una nota (pag. 184): « le fait est exact, bien qu'il tienne à d'autres

sione del principio, per modo che essa si precipita tutta intera in massa sia al di fuori che al di dentro (1). » Ciò tuttavia non deve intendersi in via assoluta, giacchè il nostro Autore stesso osserva più innanzi come « nulla siavi di sorprendente che talvolta i terremoti si producano anche durante il dominare dei venti. Noi vediamo infatti talvolta più venti soffiare insieme, ed allorquando uno di essi viene a slanciarsi contro la terra (2), il terremoto aver

causes; et l'on a remarqué que la pluspart des tremblements de terre étaient précédés d'un calme sinistre. »

L'ipotesi aristotelica continuò a prevalere nel medio evo e poi ancora nella grande epoca del risorgimento delle lettere. Liberto Froidmont, autore di una singolare opera di meteorologia edita per la prima volta in Anversa nel 1527 vi si pronuncia in modo affatto conforme scrivendo: « Sententia Aristotelis verissima est, spiritum subterraneum causam esse terrae motus effectricem. Probatur quia quoties terra pulsu pertunditur aut dehiscit, evolant halitus aliqui, saepe pestilentes, ignis etiam aliquando et cineres: ergo ille fecit qui terram rupit et eam suffodiendo concussit. » (Liberti Fromondi in collegio falconis Lovanii olim Philosophiae professoris primarii, *Meteorologicorum* libri sex. Editio altera auctior et emendatior. Lovanii, typis Hieronymi Nempaei, anno M.DC.XLVI, pag. 283).

(1) « Nam exhalatio, quae continens, ac perpetua existit, ut plurimum initii motum sectari solet: quare tota simul aut intro, aut extra contendit. » (Aristoteles, op. cit.).

(2) Avverte qui il Barthélemy Saint-Hilaire « il semble alors que la cause du tremblement de terre peut être tout extérieure; ce qui est peu probable. On conçoit l'action du vent intérieur, ou des gaz; on conçoit moins l'action du vent extérieur, qui alors ne serait plus qu'un choc, comme Anaxagore le voulait. » A questo proposito parmi di grande interesse riportare quanto appresso. Nella *Selva di problemi varii* del Galileo, recentemente riprodotta nel bellissimo lavoro: *Problemi naturali di* Galileo Galilei *e di altri autori della sua scuola raccolti, ordinati ed annotati da* Raffaello Caverni. In Firenze. G. C. Sansoni, editore, 1874, a pag. 16, leggiamo il seguente problema: « 22. *Se la cagione de' terremoti si deve stimare essere sopra o sotto la terra.* » Ora, come avverte l'Albèri, la *Selva* di mano del Viviani

luogo mentre il vento soffia: ma questi terremoti sono assai più deboli, perciò che il loro principio e la loro causa si trovano allora divisi (1). » Entrato a considerare le cose

(Mss. palatini, Cod. 3 della par. VI) insieme coi sette quesiti risoluti che sotto il titolo di *Problemi varii*, venne già prodotta nell' edizione di Firenze del 1718 e nelle posteriori, costituisce presso a poco tutto quanto Galileo potè condurre in ordine al vagheggiato disegno. Fra i sette quesiti risolti non trovandosi quello testè citato, mi sono rivolto all'egregio signor Caverni onde sapere da lui, che aveva avuto occasione di studiare così a fondo le dottrine della scuola di Galileo, se per avventura il problema stesso avesse data occasione a ricerche per parte di Galileo o di taluno dei suoi discepoli: n' ebbi in risposta che nulla si potè trovare finora a tale proposito. Volendo tuttavia procedere per via di induzione ricercando quello che Galileo più probabilmente avrebbe potuto pensare della questione in armonia colle sue proprie idee, può credersi ch' egli pretendesse di tirare i fatti del terremoto a provare il suo assunto del moto della terra, a quel modo che vi trasse i fatti della marea; pare quindi probabilissimo ch' egli tenesse essere cagione dei terremoti quegli urti che le acque del mare nel commuoversi danno contro la terra: la forma, nella quale il problema è enunciato, confermerebbe in tale opinione, nella quale però non vorrò insistere. Nemmeno presso gli scolari di Galileo trovasi cosa alcuna in proposito.

(1) « Quod autem aliqui terraemotus flante etiam vento fiant, nihil absurdum (nam interdum plures ventos simul flare videmus, quorum ubi alter terram subierit, terraemotus spirante vento accidet) minores tamen evadunt hi, propterea quod eorum causa, atque principium divisum, distractumque sit. » (Aristoteles, op. cit.).

S. Tommaso d' Aquino, celebre commentatore dei Meteorologici, porge a questo proposito la seguente dilucidazione: « q. exhalatio sicca inclusa interius est principium terraemotus, propterea terraemotus fiunt existente tranquillitate in aere: et hujus ratio est, quia tranquillitas causatur ex eo, q. tota exhalatio manet intra terram: et non perturbat aerem: et si egrederetur foras causaret vētum: et commoveret aerem: et tolleret tranquillitatem: intus ergo conclusa continue mouet terra cum violentia: et causat terraemotum. » (S. Tho. *in meteora Aristo. Commentaria* rursus nuper emendatos in hoc codice habes solertissime lector Aristotelis Stagiritae libros Meteorum, cum duplici interpretatione,

sotto questo punto di vista, non vi è sforzo che il filosofo non faccia per dare alle sue argomentazioni il fondamento dei fatti più accuratamente osservati e più numerosi: esso interroga tutte le circostanze e tutte le condizioni nelle quali i terremoti si producono, le ore del giorno, la configurazione dei luoghi, le epoche dell' anno, e tutte abilissimamente interpreta in senso favorevole al principio che egli si propone di sostenere. Così, gli è durante la notte che si producono più spesso i terremoti e che essi sono di maggiore intensità; e quelli diurni hanno luogo verso il mezzodì, perchè si tratta di ore, nelle quali vi è maggior calma (1). Del presentarsi del fenomeno, sempre secondo il nostro autore, sopratutto nella primavera e nell'autunno, dovrebbe trovarsi la spiegazione nel fatto, per il quale queste stagioni a motivo delle grandi pioggie e delle grandi siccità sono le più favorevoli alla formazione di quel

antiqua videlicet, et Francisci VATABLI, expositore divo THOMA AQUINATE, cujus praeclarissima commentaria nunc primum lima non hebetiori, adhuc illustriora effecta, in lucem prodeunt. Cum copiosissimo indice, q. ; diligentissime castigato. Venetiis apud Juntas. M.D.XLVII, car. 37, *verso*).

(1) « Porro noctu saepius, validiusque terra quatitur. Cum autem interdiu, id circa meridiem accidere solet: nam ut plurimum meridies partium diei tranquillissima existit: quippe sol cum maxime evincit, exhalationem in terram dissolvere solitus est: evincit autem maxime circa meridiem. Item noctes, diebus tranquilliores, propter solis absentiam existunt. » (ARISTOTELES, op. cit.). Nella scienza moderna non mancano fatti, i quali riescono a conferma di tale presunzione. Riferisce infatti il RECLUS (*La terre.* Description des phénomènes de la vie du globe, ecc. I. *Les continents.* Paris, 1868, pag. 747) essersi osservato il fatto rimarchevole per cui gli urti si fanno sentire più frequenti durante la notte che non durante il giorno, e ciò in tutte le stagioni dell' anno. In Isvizzera, su 502 terremoti, dei quali si conoscono la data e l' ora, 182 soltanto ebbero luogo dalle ore 6 del mattino alle 6 della sera, mentre 320, vale a dire pressochè il doppio, furono segnalati nelle successive ore notturne.

vento, nel quale deve riconoscersi la causa del terremoto, mentre nella state e nell' inverno si hanno le calme (1).

Nè questo solo segno precursore accomoda Aristotele

(1) « Et autumno ac vere maxime: item per imbres, et squalores haud alia de causa fiunt. Haec enim inter anni tempora flatuosissima sunt. Nam aestas, et hyems, aeris immobilitatem (haec rigoris causa, illa aestus) advehunt: etenim hyems, per quam algida est: aestas impendio arida. » Di fronte a ciò non è senza interesse il registrare i risultati delle moderne osservazioni. Da queste risulterebbe infatti quanto appresso. Nel 1834, il prof. Merian avendo classificato, secondo l' ordine della loro ripartizione nelle diverse stagioni dell' anno, 118 terremoti avvenuti a Basilea e nei paesi circonvicini, constatò che questi fenomeni si presentano con maggiore frequenza nell' inverno che non nell' estate. Questo fatto, dapprima rivocato in dubbio, ricevette in appresso una splendida conferma dietro le celebri ricerche di Alexis Perrey e di Otto Volger. Soltanto, a misura che il catalogo delle scosse diviene più considerevole, la differenza fra il massimo d' inverno ed il minimo di estate, va a poco a poco svanendo, per la semplice causa che nei due opposti emisferi le stagioni si seguono a sei mesi d' intervallo, e che i diversi fenomeni in rapporto colle stagioni si equilibrano da ciascun lato dell' equatore. Gli è in ogni regione climaterica considerata isolatamente che conviene studiare l' ordine nel quale si producono i terremoti: la frequenza relativa di questi fenomeni durante la stagione d'inverno è allora più facile ad osservarsi. Così, le 656 scosse enumerate in Francia da Alexis Perrey fino all' anno 1845, si ripartiscono nella proporzione di 3 a 2 rispettivamente per il semestre che comincia in novembre e per quello che comincia in maggio. In Italia, in base ai dati somministrati dallo stesso autore, il divario sarebbe assai meno sensibile, poichè su 984 terremoti, 453 ebbero luogo durante il semestre d' estate da aprile a settembre e 531 durante quello d' inverno, da ottobre a marzo. Accontentandosi di osservare un solo centro di scosse, le differenze che si osservano fra le stagioni, relativamente agli urti sotterranei, sono ben più considerevoli. Si può citare come esempio con Otto Volger la rimarchevole regione del medio Valese, dove sopra una cifra totale di 98 terremoti registrati, uno solo ebbe luogo in estate e ben 72 nell' inverno. La proporzione è presso a poco la stessa nella regione sismica di Hohensax, sul versante meridionale del Santis, non

a conferma della sua teoria, ma anche nella esposizione degli altri, segue la medesima via, per modo che non si saprebbe ben stabilire se in lui fosse prima il concetto della causa del fenomeno ed a questo si studiasse in appresso di coordinare le manifestazioni meteoriche concomitanti, od invece, come apparirebbe più razionale, fosse da queste indotto allo stabilimento de' suoi principii in confronto di quelli ammessi dai dotti che lo precedettero: legando egli strettamente la sua teoria dei terremoti a quella da lui stesso esposta sui venti, come in precedenza aveva fatto per quelle delle comete e della via lattea (1), che

lungi dall'antica biforcazione del Reno. Oltre a questa variazione periodica, il Boccardo (*La natura e l' uomo. I. Sismopirologia. Terremoti, vulcani e lente oscillazioni del suolo.* Saggio di una teoria di geografia fisica del prof. Gerolamo Boccardo. Genova, 1869, pag. 42) ne indica un'altra, mercè cui le curve sismiche annuali presentano un primo notevole massimo presso al solstizio invernale, ed un secondo massimo, benchè meno pronunziato, nell' equinozio di autunno, nonchè due minimi, l' uno, più deciso, presso al solstizio di estate, e l' altro, meno appariscente, nell' equinozio di primavera. Collegando quanto nella presente nota venne esposto con ciò che venne riferito nella precedente, non si può a meno di restare colpiti dal fatto, per il quale ad ogni periodo giornaliero corrisponde una serie di alternative perfettamente simili a quelle del periodo annuo, cosa che in sè nulla ha infine di meraviglioso e sorprendente, giacchè in modo affatto generale ogni giorno può essere considerato per tutti i suoi fenomeni meteorologici, come un riassunto dell' intero anno.

Richiamando semplicemente i bei lavori di Wolf, dei quali ho tenuto parola nel mio precedente lavoro, devo qui limitarmi ad accennare come ricchissimi materiali intorno a questo argomento si trovino nella recentissima opera: *Studien über Erdbeben* von d.r J. F. Julius Schmidt, direktor der Sternwarte zu Athen. Mit 5 litographischen Beilagen geschmückt. Im Anschluss and des Verfassers jüngst erschiennes Werk « Vulkanstudien.» Leipzig, 1875, Carl Scholtze.

(1) Aristoteles, op. cit. lib. I, cap. 7, 8.

fino a Descartes si mantennero a torto nel campo della meteorologia.

Infatti nei mutamenti del sole, che diventa caliginoso e si offusca anche senza nubi, e nella calma profonda e nel freddo rigoroso che Aristotele ritiene segni precursori del terremoto, scorge egli nuove testimonianze in favore della causa assegnata (1). Nel senso medesimo vuolsi interpretare l' altro segno consistente in ciò che, sia al cader del giorno, sia poco appresso al tramonto del sole, apparisce una piccola nube leggiera che si stende e si allunga come una linea perfettamente diritta, acquetandosi il vento per lo spostamento stesso che la nube ha subìto: lo stesso avvenendo dal mare sulle coste. Allorchè il mare lancia con violenza le sue onde, i flutti che si frangono sulla sponda sono enormi ed obbliqui, ed il contrario avviene quando il mare è in calma. Ciò che il mare fa sulla terra, fa il vento sui vapori che sono nell' aria, per modo che quando il vento cade, la nube ne resta drizzata e tenue come un fiotto d' aria infranto (2).

(1) « Praeterea solis caligo, et obscuritas sine nube proveniens, et venti tranquillitas, atque frigus aere, quae nonnunquam ante matutinos terraemotus accidere solent: causae praedicte indicio sunt. Nam et solem caliginosum, obscurumque fieri, et cum dies instat, atque diluculum appetit tranquillitatem, atque frigus oborivi, incipiente condi in venas terrae spiritu, qui vim dissolvendi, discernendique aërem obtinet, necessum . . . . Frigus vero propterea quod exhalatio, quae per se suapte natura calida est, intro convertitur. » (Aristoteles, op. cit.). Il Barthélemy Saint-Hilaire (Op. cit., pag. 192) aggiunge qui: « toutes les circonstances que rappelle ici Aristote sont très-exactes; et on les observe encore tous les jours dans les pays à volcans. »

(2) « Haec eadem etiam causa est, et ejus signi, quod nonnunquam praecedere motu futuro consuevit: aut enim interdiu, aut paulo post occasum, sereno, ceu tenuis linea nubis in longum porrecta spacium visitur, nimirum languescente spiritu propter denigrationem. Nec absimile in ipso quoque mari circa litora evenit: nam cum mare fluctuosum exundat, fluctus qui litore frangi solent, admodum crassi et obliqui red-

Lo stesso criterio ancora induce Aristotele a considerare i terremoti siccome concomitanti le ecclissi lunari: in prossimità alla interposizione della terra, dice egli, quan-

duntur: cum vero sopitum est, propter exiguam secretionem tenues ac recti. Quod igitur mare circa terram, id flatus circa caliginem, quae in aëre est efficit: adeo ut cum coelum tranquillum fuerit, nubes quae veluti fluctus aëris existit, modis omnibus recta, tenuisque relinquatur. » (ARISTOTELES, op. cit.). Questa spiegazione, come del resto opina il BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE (op. cit., pag. 194) non deve ritenersi come sufficientemente sviluppata, giacchè ben non si comprende quale sia il legame, il quale unisce il freddo dell' atmosfera prima del terremoto e l'apparizione della leggiera nube come segno precursore del fenomeno.

A questo proposito stimo opportuno riportare da uno scritto del dott. DOMENICO CONTI (*Memoria e statistica sui terremoti nella provincia di Cosenza nell' anno* 1870, ecc. Cosenza, 1871, pag. 12) quanto appresso: « Si sa bensì dalla storia che i terremoti più gagliardi sono stati quasi sempre seguìti dall' apparire di una leggiera nebbia opalina, e in questo del 4 ottobre sonosi osservate simili apparizioni. Oltre a ciò devonsi notare anche le suddescritte lacinee o piccoli veli che d' ordinario si mostrano tra sud-est e nord-est e non si elevano di molto. » Lo stesso autore riporta poi dal COLLEGNO (*Elementi di geologia pratica e teorica destinati principalmente ad agevolare lo studio del suolo dell' Italia*, ecc. Torino, 1847) quanto segue: « Nel 1783 una nebbia si estese su tutto il litorale del Mediterraneo; nel 1832 nebbie simili avvilupparono la Sicilia, l' Italia, e si distesero per oltre la Francia e la Germania, che sembravano partire dall' isola Ferdinandea. A Ragusa è stata osservata nel 1669 e nel 1843 una nuvola che restava immobile lungo le spiaggie da qualunque parte spirasse il vento. In Lisbona, nell' America meridionale, e così in Calabria nel 1835 e nel 1854. »

Merita di essere registrata la dilucidazione offerta a tale proposito da S. TOMMASO D'AQUINO: « quod accidit propter translationem Spiritus i. exhalationis siccae ad terram. Deficiente enim spiritu sicco, et calido, vapor relictus sit tenuis: non extensus per latus; sed longae figurae propter defectum materiae. Cujus simile accidit circa litus maris, quia, quando ventus vehemens incidit mari, et facit ipsum vehementer fluctuare, tunc fiunt in litore maris regimines: et ventositates: vel unde distortae:

do la luce ed il calore provenienti dal sole non sono ancora del tutto scomparsi dall' atmosfera, ma soltanto attenuati, si fa la calma, e precipitandosi il vento contro la terra, ne nasce il terremoto (1).

Nel vento ancora deve, secondo l' autor nostro, riconoscersi la causa dei rumori sotterranei e dei boati che precedono i terremoti: il rumore precede la commozione, giacchè, come mirabilmente si esprime il filosofo, il tuono ha parti più tenui che non il vento e meglio di esso penetra attraverso tutti i corpi (2).

Fin qui Aristotele, nè negli innumerevoli commentatori di esso, i quali o semplicemente ne illustrarono le opere, o aggiunsero a quanto venne espcsto dal grande maestro, trovammo cosa alcuna, che, oltre alle dette brevemente, sia degna di nota.

et grossae: sed quando mare est tranquillum a ventis, tunc fiunt regimines subtiles: et recte: quia tunc spiritus movens est tenuis: et parvus... Et hoc idem quod facit ventus in mare, facit spiritus movens aerem circa predictam caliginē: quia qūq. s. qū. est potens, facit distortas et inordinatas figuras: qūq. autem, cum est debilis, facit parvos: et subtiles. » (S. Tho. *in meteora Aristotelis commentaria*, ecc. Venetiis, apud Iuntas, M.D.XLVII, car. 39, *recto*).

(1) « Hac eadem etiam de causa nonnunquam accidit, ut circa lunae defectus, terra quatiatur. Cum enim iam terrae objectus instat, et nondum prorsus lumen defecit, nec calor a sole profectus ab aëre recessit, sed iam emarcescere coepit, tranquillitas oboritur, commigrante in terram spiritu, qui ante lunae defectus motum terrae committit. » (Aristoteles, op. cit.).

(2) « Porro spiritus sonos eos facit, qui sub terra fiunt, quique terraemotus praecedere solent. Quin et sine motu, iam alicubi sub terra factus est sonus: nam ut aër cum flagellatur varios edit sonos, ita etiam cum ipse percutit, multiplices sonorum differentias affert: nihil enim interest, hoc, an illo afficiatur modo, quippe cum omne, quod percutit, simul et ipsum percuti soleat. Praecedit vero motum sonus, quoniam subtilis est, atque penetrare melius quam spiritus potest. » (Aristoteles, op. cit.).

Nè Epicuro, le cui opinioni trovansi fedelmente riflesse negli splendidi versi di Lucrezio (1), nè Seneca, pur trattando con molti ed interessantissimi particolari delle varie teorie esposte prima di lui intorno alle cause ed agli effetti dei terremoti (2), accennano in modo alcuno ad indizii, i quali possano farne presentire la imminenza. Plinio soltanto, enumerando i *signa motus futuri*, oltre a quello del quale ho già avuto motivo di occuparmi nel precedente mio lavoro, e su di cui ritornerò quanto prima, ed oltre a ripetere i segni da Aristotele indicati, senza aggiungervi osservazioni notevoli, scrive: « I naviganti ancora con manifesta congettura s' accorgono quando il terremoto ha da venire, allorchè in un subito sono percossi dall' onde, che senza vento rigonfiano e percuotono. Tremano ancora le

(1) T. Lucretii Cari, *De rerum natura*, lib. VI, v. 534-600. Fino al cominciare di questo secolo non si conosceva come Lucrezio avesse tradotto Epicuro, o almeno mancava il modo di comparare la traduzione coll' originale. Le notizie del filosofo greco non si potevano trarre che da Lucrezio, da Diogene Laerzio, il quale riferì sopratutto compiacentemente la vita e le massime morali di quel saggio, e da Cicerone, al quale non si può prestare cieca fede, perchè si reca a debito di screditare e punzecchiare di epigrammi la dottrina della voluttà. Tutte queste notizie sparse non mostravano però come Lucrezio avesse reso il pensiero del maestro, in che avesse rimutato la dottrina di lui, nè per quali studii l' avesse adattata al genio della lingua latina ed alle richieste della poesia. Questo giudizio potè meglio farsi, quando nel 1809 si scoperse negli scavi di Ercolano un libro di Epicuro sulla fisica, del quale si lessero e si decifrarono alcuni frammenti: noi possiamo pertanto studiare da noi stessi e giudicare coi nostri occhi della fedeltà dell'interprete. Le idee contenute in quasi tutti questi frammenti, si ritrovano quà e là nel poema della natura e talvolta nello stesso ordine. Cfr. *La scienza di Lucrezio* di Constant Martha, articolo inserito nel n. 11 della *Biblioteca classica economica*, contenente la traduzione del poema di Lucrezio di Alessandro Marchetti.

(2) L. Annaei Senecae. Ad Lucilium, *Naturalium Quaestionum*, lib. VI.

cose, che sono nei navigli, siccome quelle, che sono nelle case, e con lo strepito lo predicono: e più gli uccelli spaventati si riposano. Ma in cielo ancora viene un segno innanzi al terremoto, o di giorno, o poco dopo il tramontar del sole al sereno, una linea sottile di nugola tirata in lungo spazio (1). »

Mi sia lecito finalmente di qui riportare un brano di una dissertazione intitolata ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΟΡΙΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΦΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΩΣ ΟΙ ΠΑΛΑΙΟΙ, tratta da un codice Laurenziano del secolo decimoprimo (28, 34, fol. 110 SQ.), nella quale trovasi un capitolo ΠΕΡΙ ΣΕΙΣΜΩΝ ΠΡΟΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, cioè *intorno alla segnalazione dei terremoti*, e che venne pubblicato dal Wachsmuth (2). Io mi lusingo che, qualunque sia il valore che alle cose in esso contenute voglia attribuirsi, la conoscenza di questo brano deve riuscire tanto più gradita agli studiosi e perchè non mi accadde mai di trovare un autore che della previsione dei terremoti si occupi con tanti particolari, e perchè di esso non mi riuscì di rinvenire menzione presso alcun scrittore di sismologia.

Il brano istesso tradotto suona come appresso:

« Quello che intorno alla prescienza del loro avvenire, per quanto ne fu dato agli uomini di significare, in un pro-

(1) « Navigantes quoque sentiunt non dubia conjectura, sine statu intumescente fluctu subito aut quatiente icti. Intremunt vero et in navibus posita, aeque quam in aedificiis, crepituque praenuntiant: quin et volucres non impavidae sedentes. Est et in coelo signum, praeceditque motu futuro, aut interdiu, aut paullo post occasum sereno, ceu tenuis linea nubis in longum porrectae spatium. » C. Plinii Secundi, *Historiae Mundi*, lib. II, cap. 81.

(2) *Bibliotheca scriptorum graecorum et romanorum teubneriana.* Joannis Laurentii Lydi *liber de ostentis ex codicibus italicis auctus et calendaria graeca omnia* edidit Curtius Wachsmuth. *Accedunt anecdota duo de cometis et de terrae motibus.* Lipsiae in aedibus B. G. Teubneri, MDCCCLXIII, pag. 168-170.

spetto raccogliendo, abbiamo pensato d' esporre. Dicesi pertanto si manifesti il tremuoto venendo i malefici astri nei segni che accennano a dolore (1).

» Saturno nel toro.

» Saturno pertanto quand' ha fatto il suo passaggio nel toro, produce per lo più il terremoto pe' luoghi e massimamente ne' piani e nelle città, nelle quali è la signoria del toro. Lo stesso astro di Saturno dicono ancora che fattosi nella prima decade del toro produce i terremoti per i paesi.

» Saturno ne' gemelli.

» Essendo Saturno ne' gemelli e venuto nelle parti settentrionali di questo segno produce ne' luoghi terremoti.

» Saturno nel granchio.

» Anche dopo fatto il suo passaggio nel granchio, Saturno fa terremoti.

» Saturno nello scorpione.

» Nella terza decade dello scorpione, Saturno facendo uno scuotimento, dicono significhi che esso vi si trovi.

» Marte nel toro.

» Marte poi nel toro venuto a mezzo del segno è atto a muovere scuotimenti. Essendo lo stesso astro ne' gemelli e nelle parti settentrionali del segno venuto, produce terremoto. Fattosi poi Marte nel granchio, dicono che nella prima decade annunzia terremoto.

» Il Sole nell' acquario.

» Il Sole passando nella seconda decade dell' acquario annunzia terremoti. Il Sole ne' pesci; così pure passando

(1) Questa frase accenna da sola come l' autore sia infetto di astrologia giudiziaria. Prego quindi il lettore a non voler credere che perchè io reputo opportuno di riferire il presente brano, io sia per dividere le opinioni dell' autore: io non faccio che raccogliere dei materiali, rammentando che la storia del pensiero umano non si limita a registrarne le conquiste, ma benanco gli errori.

il Sole nella prima décina fuori de' pesci, tremuoto annunzia sulle coste marine.

» La Luna nello scorpione.

» La Luna passando nella prima decina dello scorpione, talvolta annunzia terremoto. In generale poi le ecclissi di Sole e di Luna, sotto terra cagionano terremoti il più delle volte. Anche gli antecedenti della duodecima parte del toro, e massimamente quelli verso la pleiade, sono annunziatori di moti se alcuno dei benefici astri non influisca. E le parti settentrionali della duodecima parte dei gemelli si ritengono annunziatori di moti, e così pure dicono tali quelle che seguono alla duodecima parte dello scorpione.

» L' astro di Mercurio prendendo dominio è efficace di movimenti secondo la incidenza.

» In prossimità delle ecclissi di luna talvolta bisogna attendersi che di subito venga il tremuoto (1). Se poi dopo il giorno o poco dopo il tramonto, essendo sereno, si manifesti una leggiera nuvola, che si distenda e si allunghi a mo' di una linea direttamente appuntandosi, di subito annunzia il terremoto (2).

» Anche il rumore che vien di sotterra annunzia il terremoto (3). Quando poi venga un gran tremuoto, anzitutto batte per quaranta giorni. In appresso anche per tutto l'anno e per due anni spesso batte ne' medesimi luoghi (4).

(1) Cfr. Aristoteles, op. cit., lib. II, cap. VIII, § 31. — C. Plinii Secundi, op. cit., lib. II, cap. 80.

(2) Cfr. Aristoteles, op. cit., lib. II, cap. VIII, § 28. — C. Plinii Secundi, op. cit., lib. II, cap. 81.

(3) Cfr. Aristoteles, op. cit., lib. II, cap. VIII, § 37. — C. Plinii Secundi, op. cit., lib, II, cap. 79.

(4) « Cum autem validus terrae extiterit motus, nec illico, nec funditus quatere desinit: quinimo non ante quadraginta dies sistitur, plerunque et tardius: utpote cum quidam annuo, et bienneij spacio circa eadem loca vigeat, duretque.» (Aristoteles, op. cit., lib. II, cap. VIII, § 33.) — « Desinunt autem tremores, quum ventus emersit, sin vero

„ Queste cose pertanto intorno alla prescienza de' terremoti furono significate dagli antichi. Da noi legge e norma costante e per ciascuno accidente si crede il comandamento divino venuto dall' alto con la ineffabile provvidenza [e] ragione di Dio creatore, reggitore e generatore di tutte le cose.

„ Scolio a voce di Simeone monaco il chrisografo alle precedenti regole intorno a' terremoti (1).

„ Osserva l' astro che domina l' antecedente combinazione e il plenilunio e la posizione di detto astro se è a settentrione, o a mezzodì, ed a quale altezza dell' estensione s' è levato l' astro e trovato tutto ciò consulta le precedenti regole e toccando in alto il segno in cui il dominatore della congiunzione si trova, manifesta il tuo avviso (2). „

Tutto ciò ho voluto particolareggiatamente riferire, nell' intento di raccogliere tutti i materiali, i quali si riferissero all' argomento impreso a trattare: troppo in lungo

duravere, non ante quadraginta dies sistuntur: plerumque et tardius, utpote quum quidam annuo et biennii spatio duraverint. » C. Plinii Secundi, op. cit., lib. II, cap. 82.

(1) Cfr. Leo Allatius, *de Symeonibus*. Paris. 1664, p. 194; Fabricii, *Bibl. Graec.* vol. XI, p. 296, ed. Harles. Come si rileva poi da una nota apposta dal Wachsmuth, lo stesso scolio risulta dai codici regii 1991 e 2137.

(2) Stimo inutile per il mio scopo diffondermi in dilucidazioni relativamente alla interpretazione di quanto l' anonimo asserisce in un linguaggio che oggidì non è più inteso se non da quei pochi che per indagini d' indole storica hanno pure una qualche famigliarità colle strane credenze dell' astrologia giudiziaria: chi volesse tuttavia formarsene un concetto, potrà, fra le molte opere, consultare la seguente: *De naturae divinis characterismis; seu raris et admirandis spectaculis, causis, indiciis, proprietatibus rerum in partibus singulis universi*, lib. II. Auctore D. Corn. Gemma, Lovaniensi, Regio Medicinae profess. ecc. Antverpiae, ex officina Christophori Plantini, archjtypographi regii, M.D.LXXV.

mi trarrebbe la discussione dei varii criterii onde mostrare quanto in ciascuno di essi si contenga d' attendibile e di esatto, nè mi gioverebbe essa direttamente a dimostrare ciò a cui per ora voglio limitarmi, vale a dire, doversi riconoscere come indizio di futuro terremoto, l' alterazione che in prossimità al fenomeno provano le acque dei pozzi e delle fontane (1): fatto, il quale io opino deve ritenersi confermato da talune recentissime investigazioni, mercè le quali il problema della predizione dei terremoti è entrato nel campo scientifico propriamente detto, e, per il consenso di autorevolissimi studiosi di sismologia, accenna ad una vicina e completa soluzione.

(1) Intorno a questo criterio reputo inutile d' insistere qui, essendomene già occupato con molti particolari nel precedente mio lavoro. (*Atti* del R. Istituto veneto, ecc., pag. 2059-2066. *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc., pag. 36-43).

Mi sia lecito soltanto di riprodurre un brano di una lettera recentemente scrittami dall'illustre D'Abbadie, membro dell' Istituto di Francia. Prego il valente scienziato a volermi perdonare da una parte la lieve indiscrezione e mi appello dall' altra all' indulgenza del lettore, il quale, lo spero, non vorrà farmi carico di questo lievissimo saggio di immodestia: « Comme vous dites très-bien, avant de fabriquer une théorie il faut rassembler un nombre suffisant de faits et étudier le phénomène sous toutes ses faces. C' est donc avec beaucoup de raison que vous recommandez l' observation de l' eau des puits et surtout de leur composition chimique dont personne ne semble s' être occupé jusqu' à ce jour. Il faudrait l' étudier par des réactifs titrés et non par des analises car celles-ci prendraient trop de temps pour avoir des résultats jour par jour. Quant à la hauteur on la lirait sur une tige graduée par un microscope fixe. Cette tige serait soutenue par un flotteur et allégée par un contrepoids au moyen d' une poulie. Si les puits ne manquaient à Abbadia et dans ses environs, où les sources à ciel ouvert abondent, je m' engagérais à vous fournir des observations, mais j' éspere bien que quelque savant italien viendra exaucer votre voeu. » Ripeto e pubblicamente le espressioni del mio grato animo al signor D'Abbadie, e mi riservo di trattare dell' altezza delle acque nei pozzi quando nel seguito di questo lavoro me se ne presenterà l' occasione.

II.

Ha destata presso gli studiosi una certa meraviglia che io osassi affrontare il problema della previsione dei terremoti, problema il quale da taluno oltre che insolubile, venne giudicato affatto nuovo, ignorandosi che per lo passato esso aveva richiamata ripetutamente sopra di sè l' attenzione degli specialisti.

Oltre alle predizioni avverate di Anassimandro e di Ferecide, e di un' altra effettuatasi ai tempi di Petrarca, delle quali mi sono particolareggiatamente occupato nel mio precedente lavoro (1), le mie ulteriori ricerche mi condussero a trovare nelle istorie menzione di altri fatti consimili, i quali non vogliono passarsi sotto silenzio.

Raccontasi infatti che Anassimene predisse il terremoto, traendone l' auspicio dal volo degli uccelli: e qui voglio subito avvertire, che, secondo il parer mio, una tale predizione non sia da interpretarsi nel senso, che nell' antichità soleva darsi ad un fatto per sè stesso senza significato alcuno, ma sia piuttosto da collegarsi con certi fenomeni prenunziatori della commozione tellurica già precedentemente discussi, dei quali in allora poteva credersi che certi animali fossero meglio atti ad avvertirli (2).

(1) *Atti* del R. Istituto veneto, ecc., pag. 2051-2053; pag. 2054-2056. *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc., p. 28-30; p. 31-33.

(2) « Raccontasi che ANASSIMENE dal volo degli uccelli predicesse il terremoto. » (*De' terremoti, loro origini, effetti e malori che producono e loro cura preservativa in generale.* Lettera all' illustrissimo sig. marchese Andrea Maidalchini, del dott. VINCENZO TELONI, ecc. In Viterbo, per Giulio de Giulii, 1703).

« Il quarto segno è tolto da gli uccelli, i quali vāno volatādo hor quà hor là, quasi che si diffidino di fermarsi sul terreno, et con questo segno dicono che ANAXIMENE philosopho previddé il terremoto, et potrebbono forse ciò fare questi animali, per certo loro istinto naturale. »

Nè una interpretazione di molto dissimile è a darsi ad un' altra predizione la quale, secondo quanto le istorie ci riportano, sarebbe stata fatta da Callistene: vuolsi infatti che a ciò sia stato indotto il filosofo dalla vista di una colonna di fuoco nell' aria, e se noi ricordiamo quei fenomeni elettrici che oggidì si riconoscono come compagni indissolubili del terremoto, non possiamo a meno dal rimanere colpiti dal fatto di una predizione cotanto significativa (1).

Di un' altra predizione avverata per opera di Cornelio Gemma, troviamo ancora menzione negli scritti di questo insigne scienziato (2), nè può a meno dall' osservarsi, co-

(*Del terremoto.* Dialogo del sig. Lucio Maggio gentil' huomo bolognese. In Bologna, per Alessandro Benacci. MDLXXI, car. 46 *recto*).

Qualunque sia per essere il valore di una semplice coincidenza, credo interessante di riferire qui appresso quanto si legge in una Memoria del dott. Domenico Conti sui terremoti della provincia di Cosenza nell'anno 1870 (Cosenza, 1871, pag. 12). « Un sensibile perturbamento atmosferico è stato anche molto prima avvertito dagli uccelli annuali, che prematuramente si sono allontanati da queste contrade. All'uopo possiamo ad ognuno ricordare che tutte le sere, al declinare di agosto e nel settembre, i nostri giardini di agrumi e quelli de' villaggi davano alloggio a svariati uccelli che col loro canto salutavano l'Avemaria, e l' alba del mattino; ed il cacciatore facea preda di malvizzi, fringuelli ed altre specie; ma in quest' anno tutto fu silenzio, gli uccelli non allettavano col rapido volo il nostro sguardo, nè armonizzarono il nostro udito col loro canto. E fu singolare che dopo il 20 agosto non solo rari uccelli salutavano i nostri tetti, ma i domestici, presi da uno stato convulsivo, morivano fra tre giorni; e molti amici si dolsero di questa perdita. »

(1) « alcuna fiata appare come una colonna di fuoco per l' aere: et questo dicono essere segno, per lo quale Callisthene predisse il terremoto. » (*Del terremoto.* Dialogo del sig. Lucio Maggio, ecc., car. 47, *verso*).

(2) Intorno a Cornelius Gemma cfr. *Histoire des sciences mathématiques et physiques chez les belges* par Ad. Quetelet. Bruxelles, M. Hayez, imprimeur de l' Académie Royale, 1864, pag. 84-90.

me, se è vero quanto ne riferisce, si sarebbe egli servito all'uopo di uno degli indizii precursori segnalati da Aristotele, e del quale già abbiamo avuto motivo di occuparci. Ecco pertanto come egli si esprime: *Vidi ipse die* 25 *festo scilicet natalis Domini, hora tertia p. m. sub sole lineam tenuem, nigram, quae in raram longitudinem exporrecta sui permansit. Sol autem in nube aequali, densa, radios nigerrimos spargens, interdum velut subsilire videbatur, credo ex vaporibus interjectis. Secutus est uti tum presagieram, terraemotus die* 17 *jan. anni* 1563 *cum fulminibus, quae post ventos atrocissimos, tandem in maximas ac diuturnas pluvias eruperunt* (1).

Ma, abbandonando ora la registrazione dei fatti, che per essere avvenuti in epoche, nelle quali certi risultati non venivano sottoposti a quel rigoroso controllo che vale a dar loro quel carattere di indiscutibilità che pur si richiede, onde considerarli siccome acquisiti alla scienza, non possiamo a meno dall' osservare come la relazione dei fenomeni sismici colle tempeste e cogli uragani sia stata indicata in epoche a noi assai vicine. Arago nella sua memoria sul fulmine, Poulet-Scrope nel suo libro sui vulcani, Bridet, Piddington e Keller nei loro studii sui cicloni avevano indicato qualche fatto in appoggio di questa teoria. Fra gli altri, il Fron, diligente osservatore a Parigi, dopo

(1) *De naturae divinis characterismis; seu raris et admirandis spectaculis, causis, indiciis, proprietatibus rerum in partibus singulis universi*, libri II. Auctore D. Corn. Gemma, Lovaniensi, regio Medicinae professori. Peculiarem partis utriusque materiem vel argumentum sequens pagina planius explicabit. Antverpiae, ex officina Christophori Plantini, architypographi regii M.D.LXXV. Tomus secundus, quem *janum trifrontem* placuit appellare, pag. 40-41. Questa predizione è confermata da Liberto Froidmont. Cfr. Liberti Fromondi in collegio Falconis Lovanii olim Philosophiae professoris primarii, *Meteorologicorum* libri sex. Editio altera auctior et emendatio. Lovanii, typis Hieronymi Nempaei. Anno M.DC XLVI, pag. 302.

lunghi studii sui confronti delle situazioni atmosferiche per ciascun giorno alla superficie dell' Europa, credette essere giunto al risultato per il quale talune condizioni atmosferiche sarebbero favorevoli ai terremoti in varii punti speciali dell' Europa, ma non aveva osato di formulare la previsione diretta: e per quanto ad un fatto isolato sono d'accordo nel non attribuire maggiore importanza di quella che realmente si merita, voglio segnalare che una di tali previsioni non cadde a vuoto.

Addì 24 gennajo 1872 sembrando al detto sig. Fron, che le condizioni necessarie per l' avvenimento d' un terremoto fossero prossime a realizzarsi, diresse da Parigi il seguente telegramma a Roma, Vienna e Costantinopoli: *Il cattivo tempo si propaga dai bacini del Reno e del Rodano e già imperversa in taluni punti al sud delle Alpi. Si estenderà rafforzandosi sulle coste d' Italia e dell' Illiria. Sono probabili burrasche, uragani, terremoti e perturbazioni magnetiche.* Infatti il giorno seguente fu segnalato un forte terremoto in Turchia e gravi perturbazioni magnetiche a Roma (1).

E benchè non possa ammettersi in tesi assoluta che tutti i terremoti sieno da attribuirsi ad una sola e medesima causa, pure non si può a meno dal constatare una così netta relazione fra un terremoto avvenuto nella Turchia ed il passaggio di una depressione barometrica considerevole sull' Inghilterra ed il mare del nord all' altro estremo dell' Europa.

(1) Physique du globe. — *Sur la prévision de certains tremblements de terre.* Note de M. Fron. — *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l' Académie des sciences,* tome LXXIV, n. 5 (29 gennaio 1872), pag. 331-332. Nel *Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri* (vol. VII, num. 2, 29 febbraio 1872, pag. 23) in data del 25 gennaio 1872, sera, è segnalata una perturbazione magnetica.

Questo istesso fatto pertanto ci apre l' adito a considerazioni assai importanti, giacchè è del più alto interesse l' esaminare come in questioni apparentemente complicate, si può pervenire alla scoperta di uno stesso vero per vie affatto diverse. Così, mentre l' Osservatorio di Parigi, fondandosi sopra certe situazioni atmosferiche particolari, caratterizzate da una notevole depressione barometrica, ha potuto dedurre la probabilità di movimenti sismici e pensa di aver trovato il legame misterioso che stabilisce una certa relazione fra le perturbazioni atmosferiche ed i terremoti, il sig. Bulard, direttore dell' Osservatorio di Algeri, dal canto suo, considerando la questione sotto un altro punto di vista, pervenne egli pure alla previsione dei terremoti. Questo abile osservatore infatti, fin dai primi giorni dell' anno 1872, aveva diramato un suo bullettino contenente delle previsioni da lui fatte relativamente a perturbazioni atmosferiche in certe regioni limitate, ed in esso trovasi registrata la prenunziazione dei movimenti sismici in data dei 23 e 24 gennaio. Questo fatto, quando fosse isolato, potrebbe essere considerato come un caso di coincidenza fortuita, ma esso non è senza antecedenti. Il sig. Bulard infatti annunziava dei movimenti sismici per i 12-13 dicembre 1869 ed il 13 dicembre alle ore 4,45′ del mattino si risentì a Smirne una scossa di terremoto. Egli annunciava dei movimenti sismici per il 9 gennaio 1870, e benchè in questa data non sia stata segnalata alcuna scossa, pure il 3 gennaio ebbe luogo un terremoto. Egli annunziava dei movimenti sismici per il 5-6 ottobre 1871, ed agli 8 del mese istesso delle forti scosse furono risentite dall' Ellesponto sino a Varna (1).

(1) Physique du globe. — *Notice sur les prédictions des tremblements de terre.* Rapport adressé par M. Cumbary à S. Exc. Edhem-Pacha, Ministre du commerce. de l'Agriculture et des Travaux publics. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, tome LXXV, n. 11 (11 marzo 1872) pag. 719-720.

Cosiffatte coincidenze non possono lasciarsi inavvertite, nè si può rigettarle sistematicamente senza porre ostacolo ai progressi della scienza: esse meritano un' attenzione particolare ed un certo ordine di investigazioni che in ogni caso getteranno una qualche luce sul dominio di questa scienza in generale ed in particolare sulla vagheggiata connessione fra i fenomeni tellurici ed i fenomeni atmosferici. È mestieri dar libero il corso al pensiero, sciogliendolo dai vincoli di certe teorie, troppo spesso poco fondate, che a null' altro servono se non ad opporsi alla tendenza naturale dello spirito verso le nuove ricerche.

In un ordine di idee, forse non tanto diverso dal precedente, quanto a prima giunta potrebbe sembrare, non deve passarsi sotto silenzio come da quella cronologia sismica che, al dire di Mallet (1), rappresenta ad un tempo e la storia dei terremoti e la vera storia dei progressi della umana intraprendenza, dei viaggi e della scienza, deduce il Boccardo (2) la grande probabilità di poter predire due periodi massimi dei terremoti, uno dei quali più grande e l' altro minore alternativamente, ricorrenti ad ogni lasso di cento anni (3).

(1) *On the facts and theory of earthquakes phoenomena.* IV Report Vol. per il 1858 del XXVIII Congresso della *British Association for the advancement of science.*

(2) *La natura e l' uomo.* I. Sismopirologia. — Terremoti, vulcani e lente oscillazioni del suolo. Saggio di una teoria di geografia fisica del prof. Girolamo Boccardo. Genova, co' tipi del R. Istituto de' sordomuti, 1869, pag. 36.

(3) Dallo spoglio del suo immenso catalogo il testè citato Mallet inferisce i dati seguenti numerici, intorno alle medie distribuzioni mensuali ed annuali nelle varie grandi epoche storiche:

Infatti, limitandosi a considerare gli ultimi tre secoli e mezzo, vale a dire dall' anno 1500 al 1850, il Mallet ha costruito una serie di rappresentazioni grafiche, nelle quali

Epoche storiche	Media mensuale	Media annuale
2000 a 1000 a. C.	0,00033	0,004
1001 av. C. all' E. C.	0,0045	0,054
1 a 1000 d. C.	0,0185	0,222
1001 a 1850 d. C.	0.0545	7,740
1551 a 1850 d. C.	1,450	17,370
1701 a 1850 d. C.	1,610	35,310

Laonde, partendo dai dati forniti dalla statistica dei terremoti della prima metà di questo secolo, si avrebbero circa in media 35 terremoti all' anno.

Relativamente alla Cronologia dei terremoti credo opportuno di segnalare un' opera della quale non mi venne fatto di trovar cenno presso alcun sismologo contemporaneo. Tale è la seguente: « *Terra tremante o vero continuatione de' terremoti dalla Creatione del mondo sino al tempo presente, in cui s' ammirano metamorfosi della natura, ingojamenti di Paesi, aperture e voragini della Terra, assorbimenti d' isole, desolationi di provincie, dispersioni d' imperii, translationi di città, di monti e di territorii, distaccamenti di regni, torcimenti di fiumi, sorgive e disseccamenti, città ridotte a laghi ed in cenere, inondationi di mare e di fiumi, ergimenti di colli, produttioni di isole, precipitii, e profondationi di monti, scaturigini di fuoco, tempeste, sterilità, fame e peste, incendii, spaventi e guerre, parti mostruosissimi, pioggie di sangue, di pietre, di terra, di fiamme, di pesci, di rane, e di carne, prodigii, mostri ed altre stravaganze, tutte da' terremoti prodotte;* del signor D. Marcello Bonito, marchese di S. Giovanni, cavalliero dell'Ordine di Callatrava. — In Napoli, nella stampa delli socii Dom. Ant. Parrino, e Michele Luigi Mutii, M.DC.LXXXXI. Ancora rapporto alla stessa Cronologia, materiali importantissimi sono contenuti nell' opera recentissima dello Schmidt già citata: *Studien über Erdbeben.* Leipzig, 1875. Lo Schmidt, direttore dell' osservatorio di

la curva dei terremoti, dedotta dai dati numerici da lui raccolti, rivela come:

1.° Mentre il piccolo intervallo fra due parosismi può essere di uno o due anni, l' intervallo medio è da cinque a dieci anni di riposo comparativo;

2.° i più brevi intervalli sono in connessione coi periodi di meno numerosi terremoti, non sempre con quelli di minore intensità delle scosse;

3.° le alternative di parosisma e di riposo non sembrano seguire una legge assoluta;

4.° due notevoli e singolari periodi di estremo parosisma sono osservabili in ogni secolo — l' uno più grande dell' altro — quello del numero e della intensità maggiori occorrente verso la metà di ciascun secolo, e l' altro verso la fine del secolo stesso.

Specificando quest' ultima e singolarissima legge, che servì di base alla deduzione sopraccennata del Boccardo, noi troviamo realmente, che dal cinquantesimo al sessantesimo anno di ciascun secolo, tanto il numero quanto l' intensità dei terremoti subitamente si accrescono; e di bel nuovo durante l' ultimo quarto dei periodi secolari, apparisce un secondo, benchè meno poderoso parosisma: entrambi questi punti singolari della curva eccedono straordinariamente il limite medio della energia sismica.

La ricorrenza di tali epoche critiche al mezzo ed alla fine della nostra arbitraria suddivisione del tempo in secoli, è, senza dubbio, puramente accidentale, punto non essendo la fisica del globo soggetta alle regole del calen-

Atene. Egli infatti usufruendo materiali già raccolti da Barbiani, V. Gonzenbach, Mansell e Wild, ed aggiungendovi le osservazioni sue proprie potè nel corso di 15 anni compilare un elenco di circa 3000 terremoti avvenuti in Oriente, dei quali ben 2600 circa sono da considerarsi come finora sconosciuti e dei quali circa 180 direttamente osservati dall' autore.

dario gregoriano. La sola cosa che in ciò avrebbe una base cosmica, consisterebbe nell'intervallo della durata fra un'epoca sismica e la successiva (1).

Senonchè, tornerebbe inutile il nasconderlo, nè il primo di tali criterii, il quale si baserebbe sopra date condizioni meteorologiche in generale non bene definite e precisate, nè il secondo, il quale risulterebbe dalla indagine cronosismica, presentano in grado soddisfacente tutti quei caratteri che pure sono richiesti, affinchè possa dirsi che la possibilità della previsione dei terremoti, poggia sopra basi ben stabilite e strettamente connesse a quanto finora si conosce di preciso sull' importante fenomeno.

Cosiffatti caratteri sono per lo contrario offerti, e per quanto finora si è potuto constatare in modo ineccepibile da un nuovo criterio, il quale si lega strettamente a quello chè io stesso era stato indotto a suggerire in seguito a risultamenti ottenuti dallo studio dell' antichità.

L' illustre prof. cav. Michele Stefano de Rossi, cotanto benemerito della moderna sismologia, premesso quanto sia arduo ed ardito progetto l' affrontare l' argomento della previsione dei terremoti, così si esprimeva intorno al mio primo lavoro, in seno all' Accademia pontificia dei nuovi Lincei (2).

« Testè il ch. prof. Favaro di Padova pubblicò un lavo-
» ro pregevolissimo al punto di vista storico e scientifico,

(1) Cfr. Boccardo, op. cit., pag. 35-36.

(2) *Analisi dei tre maggiori terremoti italiani avvenuti nel* 1874 *in ordine specialmente alle fratture del suolo.* Memoria del cav. prof. Michele Stefano De Rossi. — Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei.* Anno XXVIII, sess. I del 20 dicembre 1874. Roma, tipogr. delle scienze matematiche e fisiche, 1875, pag. 72. — *Bullettino del vulcanismo italiano.* Periodico geologico ed archeologico per l' osservazione e la storia de' fenomeni endogeni nel suolo d' Italia. Redatto dal cav. prof. Michele Stefano De Rossi, anno II, 1875, p. 5.

„ nel quale dimostra che molti terribili antichi terremoti
„ furono scientificamente prenunziati da filosofi contempo-
„ ranei. Io non voglio qui fermarmi ad istituire indagini
„ intorno al dato acquisito dalla esperienza degli antichi:
„ osservo però, come implicitamente fa anche il Favaro,
„ che se quelli sorpassarono in ciò la scienza moderna, la
„ quale si vanta giustamente d'aver molto progredito, deve
„ la scienza odierna fra i suoi mille mezzi possedere an-
„ che quello adatto ad uno scopo così eminentemente utile
„ all' umanità.

„ Alla scintilla accesa dal Favaro corrisponde un invito
„ fatto dal Palmieri ai cultori tutti di fisica terrestre di
„ fissare i loro sguardi sopra un fenomeno da esso più
„ volte indicato (1), che si osserva nel Vesuvio. „

Il Palmieri infatti dopo narrato della scossa avvenuta il 6 dicembre nella Terra di Lavoro, aggiunge: « il sismografo dell'Osservatorio vesuviano avea, secondo il solito, presagito da qualche giorno qualche scossa lontana, e l'ultimo segnale lo aveva dato alle ore 2,19′ pom. (2). »

(1) Nel *Rapporto delle osservazioni fatte sul terremoto avvenuto in Italia la sera del* 12 *marzo* 1873 per A. Serpieri, inserito nel *Supplemento alla meteorologia italiana* 1872, Ministero d' agricoltura, industria e commercio (Divisione di statistica) scrive infatti il prof. Palmieri: « Il sismografo elettro-magnetico dell' Osservatorio vesuviano, che suole annunziare il terremoto alcuni giorni prima, non ha mancato anche questa volta di fare il suo ufficio: esso fu inquieto il giorno 8 fino alle ore 10 ant. Ma nel giorno 12 era quasi tranquillo, come suole avvenire nel momento che la sua previsione si avvera. » Vedi a tale proposito una nota nel precedente nostro lavoro (*Atti* del R. Istituto veneto, ecc., pag. 2058; *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc. pag. 35).

(2) Nel *Rendiconto della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli*, fasc. 12, anno XIII, dicembre 1874, pag. 177, leggesi quanto appresso (*Il sismografo dell' Osservatorio vesuviano e quello della Specola universitaria, nell' ultimo terremoto della valle del Liri*, nota del socio ordinario Luigi Palmieri): « Il sismografo elet-

L' osservazione fatta dal Palmieri sul Vesuvio corrispondeva esattamente con quella contemporaneamente trasmessa al De Rossi dal suo piccolo osservatorio sismico sotterraneo nel cratere dello spento vulcano laziale: anche di là gli si faceva sapere che si era vista una straordinaria agitazione nel pendolo tromometrico durante il giorno 5 dicembre e che nel seguente giorno 6 era quasi stabilita la calma, tanto che il terremoto giungeva improvviso a turbarla nel suo sismografo latino. Il fenomeno quindi, allo studio del quale Palmieri aveva invitato gli studiosi di fisica terrestre, non era più da considerarsi siccome isolato nel solo Vesuvio: risultava per lo contrario, che tanto il vulcano attivo campano, quanto lo spento laziale, avevano provata dell' agitazione nei giorni precedenti alla scossa che dovea avvenire in un punto medio fra loro, ed essersi dipoi calmati quando le forze endogene stavano già riunite nel luogo destinato all' esplosione, don-

tro-magnetico posto all' Osservatorio del Vesuvio suole costantemente agitarsi qualche giorno prima che il terremoto si manifesti in qualche regione lontana, ed è singolare poi come resti tranquillo nel momento in cui accade il terremoto già presagito. Io informai l' Accademia di questo fatto più volte osservato, e le feci notare come in parecchie congiunture ad onta che il terremoto dal suo centro lontano non si fosse propagato fino a noi, pure il sismografo dell' Università ha registrato la scossa, e quello del Vesuvio, che poche ore prima era inquieto, non ha dato alcun segno di agitazione nel suolo. L' ultimo terremoto accaduto nella valle del Liri è venuto ad accrescere il numero dei fatti di questo genere. Il sismografo del Vesuvio dunque era inquieto fin dal mattino del giorno 5 di questo mese di dicembre e segnò movimenti nel suolo fino alle ore 2 e 19' pom. del giorno 6. Alle ore 5 e 5' pom. tempo vero, del giorno stesso, sentivasi a Napoli una leggiera scossa ondulatoria che il sismografo dell' Università fedelmente registrava, mentre quello del Vesuvio, che poche ore prima era ancora inquieto, non mostrò di sentir nulla, come nulla fu avvertito dalle persone che erano nell' Osservatorio. »

de poi la vibrazione irradiando tutto all' intorno sarebbe tornata a sturbare la quiete riguadagnata poco prima nelle regioni vulcaniche predette (1). Era poi naturale il sospetto che un' agitazione endogena potesse aver investito se non tutta almeno una gran parte della penisola fin dai giorni precedenti, avendo proporzioni gradatamente più intense nelle regioni più vicine al punto dell'esplosione: ed infatti tutte le osservazioni microscopiche sulle oscillazioni dei pendoli fatte in quei giorni a Firenze, Bologna, Livorno e Pesaro, accennavano a molta agitazione nei giorni 4 e 5 e ad una calma relativa nel giorno 6, almeno dal mezzodì, fino a qualche ora dopo il tramonto. Nè ciò basta, chè si verificava eziandio la differenza preveduta in ragione della distanza dal centro sismico che doveva tremare (2).

(1) A dare a tutto ciò un carattere di verisimiglianza contribuisce, secondo il De Rossi (*Bullettino del vulcanismo italiano*, ecc., anno II, 1875, pag. 7), la narrazione fatta da Viduare di quanto egli stesso osservò due giorni prima del celebre terremoto di Lima nel 1824, quando giaceva nel carcere in attesa della propria fucilazione. Stando egli coricato con l' orecchio a terra udì un profondo rumore simile al bollire di materie fuse, locchè gli suscitò appunto l'idea dell' imminenza di un terremoto: consigliò di fuggire e ne fu stimato impazzito; ma due giorni dopo Lima fu distrutta dal terremoto, ed il prigioniero evase dal carcere fra le rovine.

(2) Riferisce il De Rossi già citato (*Bullettino del vulcanismo italiano*, ecc., anno I, 1874, pag. 143) che a Cosenza di Calabria per antica costumanza e tradizione, le monache hanno un piccolo apparecchio consistente in una palla collocata in bilico, la quale si sposta ad ogni leggiera scossa. Quindi allorchè si dubita dai paesani che qualche scossa leggiera sia il principio di un nuovo periodo sismico, si suole interrogare le monache, le quali sanno dire se la palla coi suoi spostamenti accenni l' approssimarsi del pericolo. Io non conosco tuttavia l' apparecchio, nè sono quindi in grado di sapere se esso possa funzionare come avvisatore di moti microscopici, oppure semplicemente come un sismoscopio ordinario: non posso tuttavia nascondere che se fossimo nel primo caso, come il complesso delle addotte circostanze indurrebbe forse

Malgrado la somma penuria di dati che finora si poterono raccogliere, tentando di esaminare le medesime relazioni cogli altri due terremoti del 7 ottobre e del 24 febbraio 1874, per ciò che si riferisce al primo, noi troviamo che per esso pure la tempesta microsismica precedette la sensibile e disastrosa, ma precedette di due giorni intieri e la calma prenunziatrice imminente si manifestò fin dal giorno 6 ottobre : del sismografo vesuviano sappiamo che cominciò ad agitarsi, ma leggermente, nel giorno 4 ottobre e continuò nei seguenti. Nel medesimo giorno 4 in Rocca di Papa, dove ha sede l' osservatorio tromometrico del chiariss. De Rossi, l' agitazione fu grandissima e paragonabile solo a quella che verificavasi durante la eruzione dell' Etna nel principio di settembre : continuò l' agitazione anche nel giorno 5, e la calma quasi perfetta comparve nella sera del 6 e poscia nel giorno 7, cioè nel giorno del terremoto. Fenomeni consimili si riprodussero a Firenze ed a Pesaro ; ma a Bologna, che, secondo la topografia fratturale del suolo, costituisce il luogo più prossimo al centro della scossa, l'agitazione massima microscopica avvenne nel giorno 5 e raggiunse numeri abbastanza elevati nella scala delle oscillazioni. Anche qui però, come a Firenze ed a Pesaro, tornò la calma prima del terremoto e solo momenti innanzi al terremoto in Bologna ed in Pesaro, essendo fatte le osservazioni, si trovarono i pendoli in agitazione affatto anormale e nel loro genere gigantesca. È chiaro adunque che anche nel terremoto del 7 ottobre, la tempesta microsismica precedette di qualche giorno la grande scossa ed in prossimità del centro sismico raggiunse proporzioni, che potevano dare il segno d' allarme.

Pochi giorni dopo, cioè ai 18 ottobre, altri terremoti

a far credere, il fatto avrebbe per sè stesso un grande significato : informazioni dirette che io ho cercato di attingere non mi condussero ad alcun risultato.

sufficientemente intensi, agitarono i medesimi luoghi della Romagna che erano stati scossi ai 7 ottobre; ed in corrispondenza ad essi risulta dalle osservazioni microscopiche del De Rossi, che nei giorni 16 e 17 del mese stesso si osservavano in Rocca di Papa agitazioni grandissime e superiori alle ordinarie; le quali agitazioni furono seguìte da una calma perfetta nel giorno 18, quando cioè avveniva il forte terremoto di Romagna. Anche a Firenze nei giorni 16 e 17 furonvi agitazioni e sottentrò invece la calma nel 18.

Ai 24 febbraio 1874 non si avevano in Italia che gli Osservatorii tromometrici di Firenze e di Pesaro: il terremoto avvenne alquanto lontano da queste due stazioni, la prima delle quali non l' avvertì e la seconda lo sentì appena estremamente debole. Ciò non ostante in queste due stazioni l' agitazione microscopica precedette di tre giorni la scossa; avvenne cioè nel giorno 20 del mese, dopo il qual giorno subentrò la calma, che sembra foriera del terremoto prossimo altrove.

Dopo l' esperienza fatta nei terremoti del 1874, spingendo le nostre investigazioni anche su quelli dell' anno in corso noi troviamo corrispondere i terremoti di Forlì del 23 gennaio ad una tempesta microsismica che nel giorno precedente aveva invaso gli strumenti tromometrici a Firenze, a Bologna ed a Roma, e quello del 27 gennaio sulle montagne di Monghidoro ad una nuova agitazione risentita in Roma, in Rocca di Papa, a Firenze ed a Bologna.

La medesima coincidenza si è ripetuta al cadere di febbraio, poichè mentre ai 18, 19, 20 e 21 una, non tanto intensa quanto prolungata agitazione microscopica si verificava a Roma, a Firenze ed a Bologna, il giorno seguente era subentrata la calma, mentre forti terremoti avvenivano a Marsico Nuovo nell' Italia meridionale, ed altre leggiere scosse si avvertivano nel medesimo giorno ad Alvito.

Finalmente il terremoto del 18 marzo, avendo avuto il

suo centro in luoghi dove le osservazioni microscopiche si fanno con maggior cura, permise di verificare la legge in questione. Nei giorni 15 e 16 marzo il De Rossi in Roma, il Bertelli a Firenze ed il Malvasia a Bologna, avvertirono una notevole tempesta microsismica che cessava affatto nel giorno 17, mentre il Guidi, il quale attende in Pesaro a cosiffatte osservazioni, dopo il 16, anzichè la calma vide subentrare il massimo dell' agitazione. Gli è certo che se i suddetti osservatori avessero potuto comunicarsi telegraficamente le osservazioni da questi e da altri punti, essi avrebbero potuto conoscere fin dalla sera del 17 marzo, che un terremoto minacciava le Romagne per il 18 o per uno dei giorni successivi (1).

È questo un primo lampo di luce sulle leggi sismiche, ma è anche un' aurora che spunta già con ripetute conferme, per modo che è permesso l' indurre che se in luoghi diversi si facessero tali osservazioni microscopiche sui pendoli e tutte si organizzassero col medesimo metodo e nelle medesime condizioni, potrebbero facilmente costruirsi le curve microsismiche sulla carta topografica d' Italia, come si fa a Parigi per le pressioni barometriche di tutta Europa. Vedremmo su queste curve determinarsi un centro di massimo moto microscopico, il quale allorchè eccedesse certi limiti, che l'esperienza non tarderebbe ad indicare, darebbe il segno d' allarme per la regione compresa nel massimo dell' agitazione. Ed infatti se sulle pochissime osservazioni che possediamo relativamente al mentovato terremoto del 6 dicembre, volessimo pur tentare la prova della detta curva, il circolo minore, ossia quello della massima intensità, si chiuderebbe fra i monti Albani ed il Vesuvio con quella nota appunto di eccesso che forse prenunzia il prossimo terremoto, additando an-

(1) *Bullettino del vulcanismo italiano*, ecc., anno II, 1875, p. 45. — *La Voce della verità*, anno V, n. 66. Roma, 23 marzo 1875.

che il luogo del pericolo. Questo circolo in una parola avrebbe potuto disegnare prima dell'evento l'area del terremoto del 6 dicembre, il quale pure costò qualche vittima umana.

Dunque in un vasto e molteplice studio fatto sopra una ricca messe di osservazioni microsismiche vi sarebbe certo una grandissima probabilità di scoprire leggi sismiche della più alta importanza, ed infine l' arte di prevedere il terremoto.

Per chi rammenta le idee da me sostenute nel precedente mio lavoro sui terremoti, non è certamente bisogno ch' io mi dilunghi a mostrare il nesso che strettissimamente le lega ai risultati che posteriormente vennero dagli studiosi constatati. Fra le tempeste microsismiche le quali agitano determinate regioni in prossimità ad un terremoto, e l' alterazione delle acque sorgive che io ho segnalato, richiamandovi l'attenzione degli studiosi, come su di un criterio atto a permettere la prenunziazione degli spaventosi fenomeni dei quali sto discorrendo, passa la stessa relazione che fra *causa* ed *effetto* (1). Si tratta evidentemente

(1) Essendomi penetrato il dubbio che l'illustre De Rossi con una frase del citato suo lavoro (*Analisi dei tre maggiori terremoti italiani avvenuti nel* 1874 *in ordine specialmente alle fratture del suolo*, ecc. Roma, 1875, pag. 72) non fosse per dare la sua completa approvazione al criterio che io aveva proposto, mi sono a lui diretto interpellandolo in proposito, e, come mi lusingo, non vorrà il chiaro gentiluomo prendere in mala parte se ho largamente profittato del detto suo lavoro, così amo sperare vorrà perdonarmi se mi permetto di riportare qui testualmente la gentile di lui risposta: « Ella ha dato nel segno in tutto e per tutto ritenendo ciò che io taceva nel mio articolo sulla previsione del terremoto. La fretta forse mi fece essere poco accorto nel dovere di cortesia verso di lei. Avrei dovuto certo aggiungere due parole della sua proposta di analizzare le acque; ma le confesso che essendo impressionato dall' idea di non voler entrare in quella parte della discussione per non dilungarmi fuori di ciò che strettamente spettava al dato da

di un seguito di piccole scosse, le quali, agendo sulle sorgenti, giungono ad intorbidarle qualche tempo prima che il fenomeno si manifesti in tutta la sua intensità, per modo che la tempesta microsismica avvertita da un lato mercè le osservazioni pendolari, potrebbe esserlo dall'altro mercè quelle analisi che io ho proposto e che, considerate per sè stesse, riscossero l' universale approvazione per parte degli studiosi (1).

Comunque sieno le cose, per parte mia non posso a meno dal richiamare ancora l' attenzione degli studiosi sopra un fatto che ha in sè stesso molto del maraviglioso, ed è che con un intervallo di pochi mesi venivano a confermarsi vicendevolmente due fatti scientifici osservati alla distanza di ben ventiquattro secoli l' uno dall' altro!

Oh! mi fosse lecito nutrire la speranza di aver io pure

cercare nelle osservazioni microsismiche, trascurai di dire una parola, che pur poteva assai bene entrare sul suo progetto. Del rimanente convengo con lei in tutto e per tutto. »

(1) *Atti* del R. Istituto veneto, ecc., pag. 2059 2066; *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc., pag. 36-43. — Dopo pubblicato tale scritto, non ho tuttavia pretermesse le ricerche atte a mettermi in possesso di nuovi documenti comprovanti la tesi che io avevo impreso a sostenere. Senza tuttavia moltiplicare con poco profitto le citazioni di nuovi fatti riferibili ad epoche, nelle quali non avendosi nelle osservazioni tutto lo scrupolo desiderabile, si potrebbe dar luogo a contestazioni, mi limito ad addurne uno recente osservato dal chiariss. Conti. Riferisce questo diligente osservatore dei terremoti di Cosenza dell' anno 1870: « Il già citato fenomeno delle acque termo-minerali ed altre sorgive fu sensibile molto prima di avvenire il terremoto. » (*Memoria e statistica sui terremoti della provincia di Cosenza nell' anno* 1870, del dottor Domenico Conti. Cosenza, dalla tip. municipale, 1871). Intorno alla possibilità di eruzioni di gas atte ad intorbidare le acque dei pozzi, cfr. *Elementi di geologia pratica e teorica destinati principalmente ad agevolare lo studio del suolo dell' Italia* del professore Giacinto Collegno. Torino, G. Pomba e Comp. editori, 1847.

contribuito, colle modeste mie ricerche, a richiamare sull'ardua questione l'attenzione degli studiosi, mi fosse lecito lusingarmi di avere, come l' illustre De Rossi mi conforta a credere, accesa la scintilla che potrà rischiarare la via alla soluzione del problema, ed in verità null' altro mi rimarrà a desiderare, poichè un così largo compenso avranno toccato le mie deboli fatiche!

III.

Quel criterio, intorno al quale si è diffusamente discusso nel precedente capitolo, ha la sua base principale sopra una agitazione microscopica, che in date condizioni si farebbe sentire assai vivamente, e per quanto un tal fatto, a parere di taluni, sia assolutamente fuori di discussione, pure non mancando oggidì degli osservatori, i quali lo mettono in questione, non sarà qui fuori di luogo lo spendere alcune parole sul grave argomento. Le ricerche relative ai piccoli e spontanei moti dei pendoli, intorno alle quali, come avrò motivo di mostrare in seguito, si affaticano oggidì gli studiosi della sismologia con mirabile ingegno e con tanto lodevole perseveranza, non costituiscono un argomento di studio affatto nuovo, come taluno per avventura potrebbe credere, ma sì richiamarono ripetutamente l' attenzione degli studiosi anche qualche secolo addietro (1).

(1) *Appunti storici intorno alle ricerche sui piccoli e spontanei moti dei pendoli, fatte dal secolo XVII in poi,* del P. D. Timoteo Bertelli Barnabita. — *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche* pubblicato da D. Baldassarre Boncompagni, ecc. Tomo VI, Roma, tipografia delle scienze matematiche e fisiche, 1873, pag. 1-44. Vedi anche il sunto di questo interessantissimo lavoro fatto

Le indagini storiche istituite a tale proposito porterebbero a stabilire, che i primi studii sperimentali sull' argomento sarebbero stati ideati ed eseguiti da un gentiluomo del Delfinato, certo Alessandro de Calignon Peirens, nella prima metà del decimosettimo secolo: ciò almeno risulta da una lettera del Gassend a Naudè in data del 14 aprile 1643 (1). In questo documento vien riferito come il Calignon, cercando qualche prova sperimentale del moto o della quiete della terra, fosse venuto nel dubbio che la

dall' Autore istesso ed inserito nel *Bullettino del Vulcanismo Italiano* pubblicato dal prof. cav. MICHELE STEFANO DE ROSSI, anno I. Roma, 1874, pag. 46-51.

Intorno a ricerche storiche relative ai piccoli moti dei pendoli si è pure occupato il d.r SIGISMONDO GÜNTHER in un lavoro intitolato: *Aus den Sitzungsberichten der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. Sitzung vom* 26 *mai* 1873. Herr Dr. GÜNTHER *spricht über die Vorgeschichte des Foucault'schen Pendulversuchs.* A quanto poi ci annuncia il chiar.mo Prof. P. TIMOTEO BERTELLI (Bullettino del Vulcanismo Italiano, anno I, Roma 1874, pag. 46) starebbe ora completando queste sue ricerche con uno scritto che verrebbe pubblicato nel *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche.* Lo stesso Dr. GÜNTHER mi ha poi comunicato che tratterà l'argomento nelle sue *Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, che si pubblicheranno dal Teubner di Lipsia.

(1) *Novem stellae circa Jovem visae et de eisdem* PETRI GASSENDI *iudicium. Accessit observatio geminatae in singulos dies (aestus maris instar) reciprocationis Perpendiculorum.* Parisiis, apud Sebastianum Cramoisy, architypographum regium, via Jacobaea. MDCXLIII, pag. 27 32.

PETRI GASSENDI, *Astronomica.* Tomus quartus. Lugduni, sumptibus Laurentii Anisson et Joannis Baptistae Devenet. M.DC.LVIII, pag. 520-522.

Queste esperienze furono pure menzionate dal nostro TOALDO. Cfr. *Della vera influenza degli astri sulle stagioni e mutazioni di tempo.* Saggio meteorologico di D GIUSEPPE TOALDO, ecc. terza edizione. In Padova M.DCC.XCVII. Nel Seminario, appresso Tommaso Bettinelli, pag. 25.

causa istessa, la quale produce le maree, potesse in qualche modo influire sui pendoli: dispose quindi diversi pendoli, di lunghezze variabili fra 5 e 30 piedi, dei quali il filo era tutto racchiuso in un tubo e difeso dalla agitazione dell' aria e dal cui corpo pendolare di piombo partiva una punta sovrastante verticalmente ad altra, eretta su di un piede posato sulla linea meridiana tracciata sul pavimento e al centro di una curva circolare (1). Dalle osservazioni, che il Calignon proseguì in ore diverse per più d'un mese, gli parve poter dedurre, che il pendolo lungo, da lui messo preventivamente in quiete, andasse deviando dalla verticale e progressivamente da N. a S., non tuttavia in linea retta, ma con qualche deviazione verso E. e verso O., in modo, cioè, da descrivere in questo periodo di movimento una specie di ellisse due volte in 24 ore.

(1) «Itaque delectis idoneis, et altitudinis variae locis perpendicula varia habuit; breuissimum pedū quinque, longissimum triginta (unū meditatur XXX orgyiarum) ac ipsam fili prolixitatem tubo inclusam continens, ab omni prorsus aëris agitatione tutum fecit. Parato plumbo apposito, cum cuspidula infernè conspicua, expectauit primum quoùsque illud conquieuit penitùs; ac ipsi deinde supposuit infixam cubo cuspidulam, que impendenti Alii directè, et quam proximè responderet. Obseruauit autem, cùm variis temporibus attenderet, non constare cuspidulam plumbi supra baseos cuspidulam sed senis horis in boream, senis industrum divergere; idque non sine deflexione aliqua ex borea in ortū, aut ex meridie in occasum. Rem accuratius exploraturus; cum obseruasset limitem excursum in austrii attingi in ipso meridie, ac praeterea in media nocte; ideò libellato primùm pauimento, et plumbo ad ipsùm proximè demisso, ad notauit horâ meridianâ punctū, cui cuspidula plumbi immineret, ac deinceps duxit traductam per ipsum meridianam lineam. Fixit postèa in eodem puncto breuissimam cuspidulam, quam Indicem dixit habuitque tum pro austrino limite, à quo mensuraret digressionem in boream; tum pro centro, cujus respectu, et per ductum proximò arcum, deuiationem à meridiano.» (*Novem stellae circa Jovem visae et de eisdem* Petri Gassendi, ecc. Parisiis, ecc. MDCXLIII, pag. 27-28).

Dal Gassend, che apparisce in certo modo come relatore delle osservazioni in questione, rilevansi altri particolari, che, per amore di brevità, stimo opportuno di passare qui senza analisi (1), molto più che, a quanto sembra, così l' osservatore come il relatore appariscono dubbiosi nell'enunciare risultati non sempre fra loro concordi, e che lasciavano desiderare la prova del tempo e di ulteriori esperienze. Queste conclusioni pertanto potevano dirsi appena enunciate, che suscitarono da varie parti fierissime opposizioni.

Nello stesso anno 1643 il Morin, professore di matematiche a Parigi, ripetè la esperienza di Calignon, credendo di poter trarre da essa una prova contro il moto della terra : infatti in un opuscolo che si ha di lui (2), nel quale

(1) «Primo, quouis die perpendiculum sic excurrere à borea in austrum, et recurrere ab austro in boream, ut ad limitem austrinū perveniat in ipso meridie, ac in media nocte : ad boreum verò horâ sextâ tam matutinâ, quàm vespertina ac sit in medio itineris tum excurrendo horâ nonâ, tum recurrendo tertiâ circum meridiem, mediamque noctem. Secundò, esse tam excursum, quàm recursum in medio presertim velocem, in limitibus potissimūm lentum, nam ad austrinum v. g. limitem dum attenditur, ipsam plumbi cuspidulam herere supra indicem, neque euariari sensibiliter per unā, alteramve horam. Tertiò, austrinum limitem esse constantiorem, quam boream ; vix enim unquam ab illo quīcquā versus occidentem procurri : at ab isto saepe versus orientem plurimū ; adeo ut nihil adhuc possit de euagatione ista definiri. Denique, spem esse, ut re explorata prealto illo, quod insinuaui XXX orygiarum perpendiculo, non id modò, sed etiam alia nondum perspecta innotescant. » (*Novem stellae circa Jovem visae et de eisdem* Petri Gassendi, ecc. Parisiis, ecc. MDCXLIII, pag. 28).

(2) *Alae Telluris fractae cum physica demonstratione, quod opinio Copernicana de telluris motu sit falsa : Et nouo conceptu de Oceani fluxu atque refluxu. Adversus clarissimi viri Petri Gassendi, Diniensis Ecclesiae Praepositi, libellum de motu impresso, a motore translato*, ecc. authore Joan. Bapt. Morino, Doctore Medico, et Regio Pari-

nega il moto annuo e diurno della terra, tentò di dimostrare che il trascorrimento del pendolo proveniva da una specie di nutazione curvilinea della sola crosta terrestre, e non già di tutta la massa terrestre, ch' egli riteneva immobile quanto il pendolo, il cui moto apparente era tutto da attribuirsi alla punta posta sul pavimento al disotto del medesimo pendolo.

Il P. Mersenne, che nell' anno stesso 1643 rifece la esperienza, usando di un pendolo sostenuto da un filo di argento, passante per un forellino praticato in una lastra d' acciajo, non osservò alcun movimento (1): ed il Gassend, replicando egli pure l'esperimento, giungeva al medesimo risultato, ed era perciò indotto ad attribuire i moti che vi erano stati prima osservati, ad effetto di torsione nel filo e di eccentricità nell' indice (2).

Il P. Riccioli, che non fu a cognizione di quest' ultima circostanza, riferisce ancora di aver ripetuto in unione al P. Francesco Maria Grimaldi l'esperienza di Calignon sopra un lungo pendolo, ma dopo che questo si fu posto in quiete, non vi osservò alcun spontaneo movimento; egli

siis Mathematum Profess. Parisiis, sumptibus authoris, ecc. M.DC.XLIII, pag. 21-22.

(1) F. Marini Mersenni minimi *Ballistica et acontismologia*. In qua Sagittarum, Jaculorum, et aliorum Missilium Jactus et Robur Arcuum explicantur. Parisiis, sumptibus Antonii Bertier, M.DC.XLIV, pag. 45-46. — Le osservazioni del P. Mersenne devono tuttavia essere state rese di pubblica ragione anche prima di questa data, poichè ne tiene parola il Gassendi in una lettera a Giovanni Golthier datata: Parisiis, IV Eid. Sextil M.DC.XLIII (10 agosto 1643)

(2) *Petri Gassendi Apologia in Jo. Bapt. Morini librum*, cui titulus *alae telluris fractae*: epistola IV de motu impresso à motore translato una cum tribus Galilaei epistolis de conciliatione Scripturae S. cum Systemate telluris mobilis, quarum duae posteriores nondum editae, nunc primum M. Nevraei cura prodeunt. Lugduni, apud Gvillelmum Barbier, Typ. Reg. M.DC.XLIX, pag. 168.

conchiude quindi col dire: « *aliunde igitur causa Perpendiculi nutantis, vbi tamen nutat, petenda est* (1). »

Ma l' oppositore più fiero dell' esperienza del Calignon fu il vescovo di Vigevano, Monsig. Giovanni Caramuel de Lobkowitz, il quale portava talvolta nel sereno campo delle discussioni scientifiche quell' ardore, per il quale tanto si distinse sui campi di battaglia (2). Cominciò ad occuparsi dell' argomento in un opuscolo che diede alla luce ancora nel 1643 (3), ed in parecchie altre circostanze ritornò a più riprese (4) sulla medesima questione. Da siffatti ricchissimi materiali ci limiteremo a togliere, che il Caramuel ripetè egli pure con ogni diligenza l' esperimento, occupandosi egli assai diffusamente a riferire tutte le precauzioni da lui avute, e nella fusione e nella lavorazione del corpo pendulare, relativamente al filo di sospensione e all' allontanamento delle vibrazioni dell' aria e degli altri corpi circostanti, e conchiude che ciò non ostante il pendolo continuava a mantenersi immobile; che quindi il Calignon, senza accorgersene, era stato probabilmente indotto in errore, sia per difetto di omogeneità e centramento che

(1) *Almagestum novum astronomiam veterem novamque complectens observationibus aliorum et propriis, novisque theorematibus, problematibus, ac tabulis promotam*, in tres tomos distributam, ecc. Auctore P. Joanne Baptista Ricciolo, ecc. Bononiae, ex typographia haeredis Victorij Benatii. MDCLI, pag. 91.

(2) Cfr. *Histoire des sciences mathématiques et physiques chez les belges;* par Ad. Quetelet, ecc. Bruxelles. M. Hayez, imprimeur de l'Académie Royale, 1864, pag. 225.

(3) *Perpendiculorum inconstantia ab Alexandro Calignono nobili delphinate excogitata; a Petro Gassendo bona fide tradita et pulchro commentario exornata; a* Joanne Caramuel Lobkowitz *examinata et falsa reperta.* Lovanii, typis Andreae Bouvetti, anno 1643.

(4) Joannis Caramuelis, *Mathesis biceps vetus et nova*, ecc. Campaniae. In officina episcopali, anno M.DC.LXX, ecc., pag. 421, 546-550, 1455-1457.

ci fosse nella palla, sia per la tensione del filo di sospensione della medesima.

Non insisterò maggiormente sopra analoghe esperienze istituite dal Lipstorpio e da Descartes (1), le quali tutte, sia per non trovare nei moti osservati l' accordo supposto sincrono e proporzionale coi fenomeni sopra indicati, sia per mancanza di strumenti di sufficiente ingrandimento nell' osservare, portarono a conchiudere, o che simili moti non esistevano affatto, o che erano prodotti da cause puramente accidentali e locali, o che dipendevano da illusione ottica. Oltre a ciò, come assai assennatamente osserva il ch. Bertelli (2), le deduzioni tratte dalle prove allora eseguite, avevano un difetto comune (ciò che pure intervenne nella maggior parte delle esperienze che si fecero in appresso) cioè che il punto di sospensione dei pendoli era applicato ai muri, agli impiantiti, ai vôlti dei fabbricati, nella parte dei medesimi che sorgeva notevolmente da terra. Ora le oscillazioni locali, l' azione del vento, il moto di dilatazione termica dei muri, ed altre cause di errore, possono notevolmente influire nel produrre o modificare i moti osservati (3). Infine le esperienze non furo-

(1) Danielis Lipstorpii *Lubecensis, specimina philosophiae cartesianae quibus accedit ejusdem authoris Copernicus redivivus*, Lugduni Batavorum. Apud Johannem et Danielem Elsevier cIↃ.IↃC.LIII, pag. 207. — Joannis Caramuelis, *Mathesis biceps vetus et nova*, ecc. (Tomus primus). Campaniae. In officina episcopali. Anno M.DC.LXX, ecc. pag. 550-551.

(2) *Bullettino del Vulcanismo Italiano*, ecc. Redatto dal cav. prof. Michele Stefano De Rossi. Anno I. Roma, 1874, pag. 47-48.

(3) Il Toaldo (*Della vera influenza degli astri sulle stagioni e mutazioni di tempo* Saggio meteorologico di D. Giuseppe Toaldo, ecc. Terza edizione. In Padova, M.DCC.XCVII, pag. 25) riferisce per modo d'esempio che il Ximenes osservò le oscillazioni nel più lungo pendolo, che forse sia mai stato posto in esperienza, nella cupola del Duomo di Firenze, allora delle sue osservazioni del Gnomone; egli spiega que-

no abbastanza numerose e prolungate, nè gli sperimentatori scevri da preoccupazioni o prevenzioni riguardo alla presenza o assenza dei moti stessi, come conferma o negazione di alcune speciali relazioni con altri fenomeni, ai quali si credeva potessero esclusivamente attribuirsi cotesti effetti.

Il merito della ripresa di tali studi nel secolo XVIII deve riconoscersi nel celebre fisico Giangiacomo d' Ortous de Mairan, il quale ne prese la iniziativa in uno scritto presentato nel 1742 all' Accademia delle scienze di Parigi (1). In esso l' autore espone brevemente le esperienze del Calignon, del Gassend, del Mersenne, del Caramuel e del Morin, e menziona lettere del Gassend e del Caramuel relative ad esse, indi propone una esperienza per verificare se i moti di oscillazione e di aberrazione dei pendoli fossero o meno reali, indicando il modo di eseguirla.

All'appello del Mairan risposero parecchi fisici, ed uno fra i primi Claudio Nicola Lecat, il quale utilizzò a tale uopo il cupolino della cattedrale di Rouen. Ottenne egli di poter forare varie cornici che separavano i diversi piani di questa basilica, e fra le piccole colonne, che nell' architettura gotica sono di ornamento alle masse dei grandi pilastri, introdusse un tubo di 127 piedi di lunghezza, perfettamente riparato da ogni azione del vento, che racchiudeva un pendolo della medesima lunghezza, formato di un cordoncino di seta incerato, alla estremità inferiore del quale era attaccato un piccolo cilindro di rame tornito, e

ste oscillazioni col moto dell' aria, la quale nel giorno, dentro il tempio, tende verso mezzodì dalla parte battuta, riscaldata, diradata dal sole; per l'opposto la notte.

(1) *Histoire de l'Académie Royale des sciences*. Année M.DCC.XLII. Avec les mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année. Tirés des registres de cette Académie. A Paris, de l'Imprimerie Royale, M.DCC.XLV, pag. 104-111.

terminato inferiormente in una punta finissima d' acciajo: sotto di questa collocò una piastra orizzontale d' argento, sulla quale era segnato un punto, ed intorno a questo punto molti circoli concentrici ad una distanza determinata gli uni dagli altri; la piastra poteva poi, mercè uno speciale congegno, essere alzata od abbassata, vale a dire avvicinata od allontanata dalla punta del pendolo. Munito di questo apparecchio, il Lecat osservò il pendolo per un anno intero al mezzogiorno ed alla sera, ed anche in altre ore del giorno, senza trovarvi alcuna alterazione; fu quindi indotto a giudicare che il trascorrimento che qualche altro osservatore avesse creduto di vedere nei propri pendoli, dovesse attribuirsi o ad illusione ottica, ovvero fosse effetto del successivo allungarsi ed accorciarsi del filo di sospensione del pendolo stesso, per le variazione di temperatura.

Più fortunato fu il De Grante, il quale nel 1743 ripetè in Parigi la stessa esperienza con un pendolo lungo 30 piedi, e trovò che la punta del corpo pendolare, rit a inferiormente a forma conica, sembrava descrivere una piccola ellisse, nella quale l' asse maggiore, diretto da Est ad Ovest, aveva due linee e mezza di lunghezza e l' asse minore una linea; tuttavia, con altri pendoli simili collocati nella stessa sala, essendosi in appresso ottenuti movimenti differentissimi, il Grante dubitò che questi fenomeni potessero attribuirsi ad ineguali movimenti dell'edificio, mentre avrebbesi potuto forse riconoscere la causa anche nella diversa lunghezza dei pendoli medesimi. Dieci anni più tardi ripetè le sue esperienze in una grotta silicea del castello di S. Pietro di Vauvrai presso Louviers in Normandia con un pendolo di 11 piedi di lunghezza: benchè troppo poche fossero le osservazioni da lui fatte, pure vide un continuo movimento ellittico nel pendolo e nel tempo che osservò, gli parve che l' asse maggiore dell' ellisse fosse

sempre nel piano Est-Ovest, come nel primo pendolo usato a Parigi dieci anni innanzi (1).

Questi risultati erano appena enunciati che contro essi si pronunciò nel 1756 il signor Bouger, in seguito ad esperienze da lui fatte nell' Ospizio degli invalidi a Parigi, per mezzo di un telescopio diretto ad una mira lontana, e non avendo trovato variazione, credette aver dimostrato la stabilità perfetta della crosta terrestre e del filo a piombo, attribuendo i diversi risultati delle osservazioni precedenti ad illusioni ottiche, e pure ammettendo il fatto, asserendo doversi esso attribuire non già a cause cosmiche, ma piuttosto a circostanze accidentali, cioè a variazioni di dilatazione termica dal giorno alla notte, o al successivo torcimento e sviluppo del filo del pendolo nelle variazioni igrometriche (2). Ma il Toaldo combattè cosiffatte conclusioni, mostrando che la simultaneità del moto del cannocchiale e della mira, non permetteva di

(1) Il P. Timoteo Bertelli osserva (*Bullettino del Vulcanismo Italiano*, ecc. Redatto dal prof. cav. Michele Stefano De Rossi. Anno I. Roma 1874, pag. 49), quanto a quest'ultima circostanza della direzione fissa che in questi anni nei quali egli ha sperimentato, dopo migliaia di osservazioni fino al giorno d'oggi, ha trovato non solo che tale costanza di direzione non esiste, ma che anzi questa cangia assai rapidamente e spesso da un momento all' altro nel suo *azimut;* e questo fenomeno fu ancora rilevato dal sig. d'Abbadie, nelle osservazioni delle quali ci occuperemo più innanzi. Oltre a ciò questo fatto sarebbe pure in accordo colle teorie vulcano-sismiche del chiarissimo Prof. De Rossi.

(2) *Mémoires pour l' histoire des sciences et beaux arts*, commencés d'être imprimés l'an 1701 à Trevaux et dediés à son Altesse Serenissime Monseigneur le Prince Souverain de Dombes. Octobre 1754. A Paris, ecc. MDCCLIV, pag. 2464-2472. — *Histoire de l'Académie Royale des sciences.* Année M.DCC.LIV, ecc., pag. 251-252. — *Première suite des mémoires de mathématique et de physique* de l' année M.D.CCIV. Tirés des Registres de l'Académie Royale des sciences Nouvelle centurie. Tome huitième. A Amsterdam, ecc. M.D.CCLXII, ecc., pag. 383-385.

riconoscere il moto terrestre, quando pure realmente vi fosse stato. Inoltre, con diverse ingegnose ragioni egli cercò di dimostrare, che di fatto questo moto deve esistere nella crosta terrestre per le tante forze motrici tuttora attive che in essa risiedono, benchè osservi non sia tanto facile farvi sopra esperienze sicure, dovendosi sospendere un pendolo lunghissimo in luogo fermissimo, chiuso e ben difeso da ogni vento e da qualsiasi altra agitazione (1).

Per esaurire la enumerazione degli studiosi, che nel decimottavo secolo si occuparono della questione che stiamo trattando, noteremo ancora che un certo Mayer stese la storia di questo esperimento nel 1767, corredandola anche di una serie di risultati sperimentali: il lavoro del Mayer cadde però ben presto in dimenticanza e forse niuno più lo ricorderebbe, senza il cenno che volle farne il Kästner nella celebre sua storia della matematica (2). Le esperien-

(1) *Della vera influenza degli astri sulle stagioni e mutazioni di tempo.* Saggio meteorologico di D. Giuseppe Toaldo, ecc. Terza edizione. In Padova, M.DCC.XCVII, pag. 25.

(2) *Geschichte der Mathematik seit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts* von Abraham Gotthelf Kaestner. Vierter Band. Mechanik, Optik, Astronomie. Zweyter Zeitraum vom Anfange des siebzehnten Jahrhunderts, bis um desselben Mitte. Nachtrag zu vorigen Bänden. Göttingen, bey Johann Georg Rosenbusch's Witwe. 1800, pag. 492-493. — Il cenno che a tale proposito dà il Kaestner è per noi di tale interesse che giudichiamo opportuno di riferirlo testualmente, prima di tutto perchè l'opera dalla quale lo togliamo non è molto diffusa, ed in secondo luogo perchè non lo troviamo registrato dal Bertelli nello scritto citato e del quale abbiamo fatto largo uso in questa breve rassegna. « Von einer periodischen Hin-und Herschwankung eines Pendels. Alexander Calignonus Peirensius aus Dauphiné fiel auf den Gedanken, wie Ebbe und Fluth in 24 St. zweymahl wegen Bewegung der Erde abwechselte, so könnte auch wohl ein Loth an einem Faden, dergleichen Abwechslungen zeigen. Er brauchte also Fäden unterschiedner Länge von 5 Fusz bis 30, in Röhren vor Bewegung der Luft verwahrt, am Lothe unten eine Spit-

ze del Mayer vanno tuttavia particolarmente notate, in quanto che fu egli il primo il quale nelle osservazioni si valesse d' un microscopio, come si rileva anche dalla succinta relazione che ne dà il Kästner sopracitato.

Lasciando da parte, per amore di brevità, ciò che si riferisce ad un altro genere di studii dei pendoli, sulle variazioni cioè del loro piano di oscillazione (1), passiamo

ze, über eine andere aufrecht stehende gerichtet. Da bemerkte er, dasz die bewegliche Spitze, von der unbeweglichen, alle sechs Stunden nordwärts und sudwärts abwich, doch etwas von Norden gegen Osten, und von Süden gegen Westen. Gassend führt mehr davon an, läszt aber die Sache noch unentschieden. — Erfahrungen dieser Art sind nachdem mehr unternommen worden. Die Geschichte findet man in: *Diss. de deuiatione et reciprocatione penduli*, praes. Andr. Mayero, resp. Bernh. Frid. Mönnich... Greifswald 1767, II, u. f. §. Joh. Caramuel, und Baptista Morinus schrieben am ersten darüber. Jo. Car. Lobkowizii *perpendiculorum inconstantia a Calignono excogitata, et falsa reperta*; Louan. 1643. Morin in s. Buche *alae telluris fractae*, nahm die Erfahrung an, glaubte aber, nicht die Bewegung der Erde sey Ursache von Ebbe und Fluth, sondern Ebbe und Fluth sey Ursache der Titubation der Erde. Neuere Erfahrungen, erzählte Mayer, auch seine eignen, mit einer messingenen Kette über 48 schwedische Fusz lang sehr sorgfältig angestellten, selbst mit Mikroskope, hat er keine Aenderung im Stande des Lothes wahrgenommen. — Mauern die von der Sonne zu einer Zeit des Tages anders als zu der andern beschienen werden, empfinden diese Aenderung der Wärme. Hängt das Loth an einem Faden so kann sich dieser von Trockne und Feuchtigkeit ändern. So giebt es vielleicht mehr Ursachen, in der Nähe des Pendels, die den Anschein solcher Abwechslungen geben können, ohne dasz man nöthig hat dabey an die ganze Erde zu denken. »

(1) A tale proposito potranno essere utilmente consultate le fonti seguenti: *Saggi di naturali esperienze fatte all' Accademia del Cimento* sotto la protezione del serenissimo principe Leopoldo di Toscana e descritte dal segretario di essa Accademia. In Firenze, per Giuseppe Cocchini all' insegna della Stella, M.DC.LXVI. — *Atti e memorie inedite dell' Accademia del Cimento e notizie aneddote dei progressi delle scienze in Toscana*, ecc. pubblicate dal dottore Gio. Targioni

direttamente alle ricerche, che si riportano ai piccoli moti dei pendoli in quiete, alle quali si diede opera in tempi a noi più vicini.

Seguendo l' ordine cronologico, faremo anzitutto menzione delle esperienze istituite dal signor Giulio Guyot nel 1836 sulle piccole deviazioni del pendolo dalla verticale (1). Il Guyot dopo aver fatto per un mese parecchie esperienze con pendoli di 4, 6 e 12 metri di lunghezza, e valendosi della riflessione dell' acqua e del mercurio, fece un ultimo esperimento in grande nel Pantheon di Parigi, addì 27 giugno 1836, con un pendolo di 57 metri, e con ingegnosissima disposizione credette aver dimostrata la deviazione del filo a piombo dalla verticale per mezzo dello spostamento (osservato per riflessione in una superficie

Tozzetti, tomo secondo, parte seconda. In Firenze, MDCCLXXX. — *Tentamina experimentorum naturalium captorum in Academia del Cimento*, ecc. Ex italico in latinum sermonem conversa, quibus commentario nova experimenta et orationem de methodo instituendi experimenta physica addidit Petrus van Musschenbroek, ecc. Lugduni Batavorum, ecc. MDCCXXXI. — *Memorie storiche sopra l'Università e l' Istituto delle scienze di Bologna e sopra gli stabilimenti e i corpi scientifici alla medesima addetti*, compilate da Serafino Marzetti, ecc. Bologna, 1830. — *Riflessioni sopra un nuovo esperimento in prova del diurno moto della terra* presentate all'eminentiss. e reverend. Principe il sig. Cardinale Ignazio Boncompagni dall'abb. Giambattista Guglielmini. Romae, MDCCLXXXIX. — Jo. Baptistae Guglielmini, *De diurno terrae motu experimentis physico-mathematicis confirmato opusculum*. Bononiae, MDCCXCII. — *Atti dell'Accademia delle scienze di Siena detta de' fisiocritici*, tomo VII. Siena 1794. Per amore di brevità omettiamo pure di parlare della celebre esperienza del Foucault, in quanto i risultati che se ne ottennero si legano all'argomento che stiamo trattando.

(1) *Cosmos*. Revue enciclopédique hebdomadaire, ecc. Fondée par M. B. R. de Monfort, rédigée par M. l'Abbé Moigno. Tome deuxième. Paris, ecc. pag. 447-449, 3 Avril 1852 — Tome huitième, pag. 470-471, 2 Mai 1865.

di mercurio) dell' immagine di due perlette poste a diversa altezza sulla linea dell' appiombo. Senonchè in questa esperienza non si tenne conto al solito dei moti del fabbricato, ed inoltre, secondo il sig. d'Abbadie ed il sig. Porro, pare che intervenissero pure altre cause di illusione dapprima non avvertite. Tale esperienza venne anche sottoposta al giudizio dell' Accademia delle scienze di Parigi, ma sebbene fosse anche nominata una commissione per prenderla in esame, non ne fu dato alcun cenno nei resoconti (1).

Agli sperimenti dei quali si tenne ora parola, si legano alcune interessantissime e delicate ricerche dell' illustre d'Abbadie, relativamente agli spostamenti delle bolle dei livelli. Fu nel 1847 che il sig. d' Abbadie, nell' occasione di un viaggio al Brasile, avvertì per la prima volta uno spostamento della bolla, spostamento che venne confermato in parecchie successive esperienze eseguite dallo stesso scienziato in Francia ed anche in Abissinia, collocando sempre i livelli sopra solide basi di fabbrica. Nel 1849 egli ripetè tali esperienze, valendosi di una grotta scavata nel vivo della roccia ed usando di quattro livelli: attribuendo da principio gli spostamenti che vi si verificavano a cause puramente accidentali, sostituì ai primi altri livelli più esatti e delicati, coperti da campane di vetro, ed osservò ciò non ostante sensibilissime variazioni. Sebbene il signor d' Abbadie mostrasse avere qualche dubbio che negli ef-

(1) Più tardi nei *Comptes Rendus* troviamo un cenno di questi lavori del GUYOT comunicato da BABINET. Cfr. *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, tome trente-deuxième, ecc. pag. 705. 12 Mai 1851. A proposito dell'esperienza di GUYOT vedi ancora alcuni quesiti posti all'abb. MOIGNO dal signor MONTIGNY e le risposte relative, cfr. a tale proposito: *Cosmos*, Revue encyclopédique hebdomadaire des progrés des sciences, ecc. Rédigée par M. l'abbé MOIGNO, tome septième. Paris, pag. 598.

fetti osservati potesse influire qualche difetto dei livelli, l' azione molecolare del vetro od un possibile efflusso dell'etere, o l'ossidazione dei sostegni dei livelli a motivo dell' umidità inerente alla grotta nella quale si sperimentava, tuttavia inclinava a credere a qualche movimento della crosta terrestre, in rapporto colle azioni del sole e della luna. Infine da un movimento notevole osservato nelle bolle dei livelli in occasione di grandi masse di acqua che si erano accumulate a non molta distanza dal luogo d' osservazione, venne in dubbio che ciò fosse dovuto a una depressione prodotta dall' acqua stessa nel terreno circostante, avendo Biot avvertito il fatto medesimo a Padova.

In uno scritto presentato all' Accademia delle scienze di Parigi nella seduta dell' 11 maggio 1852, il sig. d'Abbadie dopo avere avvertito che dalle sue 3000 osservazioni fatte sui livelli ad ore determinate, potè riconoscere alcuni deboli terremoti sfuggiti all' altrui osservazione, a motivo della loro piccolezza, soggiunge (1): « Quando la scossa principale era grande, ho potuto constatare che la crosta terrestre non ritorna allo stato di riposo che dopo parecchie oscillazioni sempre più piccole. Ciò avvenne il 22 Ottobre 1851. Le osservazioni fatte ad Andaux dall' 11 al 16 Ottobre dello stesso anno, tendono a mostrare che vi si sono risentiti, quantunque più debolmente, come degli echi lontani del terremoto che distrusse le città di Beralti e Vallona in Albania (2), facendovi perire duemila persone. » Appresso, affine di togliere i dubbii che ancora aveva intorno ai livelli, fece uso della riflessione di un bagno di mercurio posto in un cavo profondo, osservando in esso l' im-

(1) *Comptes Rendus hebdomodaires des Séances de l'Académie des sciences*, ecc. tome trente-quatrième, janvier-juin 1852, pag. 713, n. 19, Séance du Mardi 11 Mai 1852.

(2) *Studien über Erdbeben* von Dr. J. F. Julius Schmidt direktor der Sternwarte zu Athen. Leipzig 1875, pag. 173.

magine prima della sferetta di un pendolo, poi invece di questo, di alcuni fili micrometrici, e per mezzo di un cannocchiale verticale rivide assai volte le deviazioni dell' appiombo e molti piccoli terremoti (1).

Non si possono poi passare sotto silenzio le ricerche interessantissime su questo argomento, alle quali diede opera assidua il prof. Parnisetti, che si dedicò nell' inverno del 1855-56 a molte e pregevoli esperienze sui piccoli moti spontanei dei pendoli, senza conoscere i lavori che a tale proposito eransi fatti in antecedenza. Le conclusioni alle quali egli fu indotto, si possono riassumere come appresso: 1.° il pendolo, in apparenza fermo, descrive delle piccolissime ellissi coll'asse maggiore, diretto costantemente nel piano Est-Ovest; 2.° le escursioni sono proporzionali alle lunghezze dei pendoli; 3.° le oscillazioni sono indipendenti dallo stato del cielo e dal calore del sole (2).

(1) L' abb. Moigno avverte (*Cosmos*, Tome premier, pag. 90) che i principali risultati, contenuti nella citata memoria del sig. d'Abbadie, si contenevano registrati in un plico suggellato, rimesso all'Accademia delle scienze di Parigi nella seduta del 27 ottobre 1845. Cfr. infatti *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, ecc. tome vingt et unième. Juillet-décembre 1845, pag. 967.

(2) *Bullettino del Vulcanismo Italiano*, ecc. redatto dal cav. prof. Michele Stefano De Rossi. Anno I. Roma, 1874, pag. 50-51. Riguardo a tali conclusioni osserva il ch. Bertelli che, stando ai fatti da lui osservati, rispetto al variare di direzione ed ai movimenti irregolari, spesso assai considerevoli ed istantanei, che avvengono anche sotto alte pressioni, la curva è raramente ellittica o circolare, ma per lo più irregolare e quasi stellare, ciò che pure interviene nei veri terremoti, come fu anche riconosciuto dal d'Abbadie e da altri; più di rado ancora si osserva una traccia lineare. Quanto poi alla costanza delle direzioni Est-Ovest, oltrecchè è impossibile che si conservi, anche solo per effetto della rotazione diurna terrestre (come nel pendolo di Foucault) constargli con tutta certezza che il cambiamento di direzione avviene talora in un tempo assai più breve ed altre volte assai più lungo di quello che comporti la legge stessa di Foucault. Del resto lo stesso

I *Comptes rendus* dell'Accademia delle scienze di Parigi contengono materiali ricchissimi per ciò che si riferisce al presente ordine di ricerche. Così, in uno scritto presentato a questo corpo scientifico dal signor Andrea Poëy nella seduta del 15 ottobre 1855 (1), si contengono alcune riflessioni, le quali se non per tutti i terremoti, almeno per le microscopiche oscillazioni del suolo, furono dal Bertelli (2), quanto alle maggiori ampiezze, sempre trovate d' accordo colle burrasche generali e colle rapide depressioni barometriche, e porgono una spiegazione degli stessi moti microscopici, dal medesimo Bertelli ritenuti siccome assai probabili. Non si può, secondo il Poëy (3), rivocare in dubbio che ogni qualvolta diminuisce la pressione atmosferica, i corpi così liquidi come solidi alla superficie terrestre, tendano a sollevarsi per la diminuzione di peso che gravita su di essi: ora, durante gli uragani, diminuendo la pressione atmosferica dalla periferia al centro del ciclone, si potrebbe legare a questa causa la produzione dei terremoti, delle inondazioni e dei sollevamenti delle acque dei mari, dei fiumi, dei pozzi, ecc., che si pre-

prof. Parnisetti, osservò, col suo pendolo sismico modificato, le deviazioni della verticale nel piano N-S, nell' eclissi parziale di sole del 18 Luglio 1860, quando il barometro era assai basso ed una burrasca atmosferica attraversava il nostro continente, oltrecchè nel giorno precedente erano seguìti terremoti a Mondovì ed a Cuneo.

(1) *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome quarante et unième. Juillet-Décembre 1855 pag. 585-588. Cfr. inoltre *Cosmos*, ecc. Tome septième, p. 482-484. Livraison 17, 26 octobre 1855.

(2) *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. Boncompagni, tomo VI, Roma, ecc. 1873, pag. 34.

(3) *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome quarante et unième. Juillet-Décembre 1855, p. 580. *Cosmos*, ecc Tome septième, pag. 483.

sentano mentre infuriano gli uragani; questa teoria riposerebbe sullo stesso principio, emesso dal sig. Alessio Perrey (1), sull' attrazione del sole e della luna.

Lo studio della questione andava per tal modo diffondendosi, richiamando su di sè l' attenzione di sempre nuovi studiosi: fra questi vuol essere menzionato il sig. Montigny, che, dopo essersi per lunghi anni occupato dell' argomento, pubblicò nel 1856 uno scritto (2), nel quale proponeva uno strumento da lui ideato per l' osservazione dei piccoli movimenti dei pendoli, esponendo come le sue prime idee sulle oscillazioni diurne del filo a piombo, risalendo ad una quindicina di anni avanti, si riferivano alle influenze delle attrazioni lunare e solare, sulla piccola massa del filo a piombo, sospeso sulla superficie della terra, ed alla forza centrifuga del medesimo punto pesante, prodotta dal moto di traslazione della terra intorno al sole; egli aveva inoltre ideato un sistema di esperienze, facendo costruire anche per esse un apposito micrometro, ma trascurò poi di metterlo in esecuzione, riflettendo alla piccolezza degli effetti presupposti, ed alla mancanza di locale opportuno. Successivamente venne egli nel pensiero che le accennate cagioni potessero invece agire sensibilmente, nel produrre maree nella materia liquida interna del globo, e quindi flessioni varie ed ondulazioni nella crosta terrestre, confermandolo in tale idea le esperienze sui livelli del d' Abbadie, delle quali si è già tenuto parola. La realtà di cambiamenti piccolissimi e periodici, che deve subire la dire-

(1) *Propositions sur les tremblements de terre et les volcans* formulées par M. Alexis Perrey, professeur à la Faculté des sciences de Dijon, adressées à M. Lamé, membre de l'Institut. Paris, Mallet-Bachelier, ecc. 1863. Cito a tale proposito queste celebri *Proposizioni*, della cui conoscenza vado debitore alla squisita gentilezza dell'Autore, e nelle quali egli ha in seguito concretato le sue idee sull'argomento.

(2) *Cosmos*; ecc. tome huitième, ecc. Paris, 1856, pag. 13-14.

zione della gravità, ammettendo per altro che l' azione diretta dei due astri i più influenti sul nostro pianeta è insufficiente per produrre variazioni apprezzabili del filo a piombo, diede argomento ad una nota presentata dallo stesso sig. Montigny alla R. Accademia delle scienze, lettere e belle arti del Belgio, sulla quale riferì il Quetelet (1), giudicando per il caso particolare dell' inondazione segnalato dal d' Abbadie, che le fluttuazioni dei livelli erano da attribuirsi alla flessione del suolo, risultante dal peso dell' acqua (2).

Ancora all' Accademia delle scienze di Parigi venne nell' aprile 1856 presentata dal sig. Puiseux una Memoria (3) relativa alle oscillazioni della crosta terrestre, prodotte per avventura dalle variazioni di gravità, dai moti di traslazione e rotazione terrestre e dall' azione lunisolare varia, dalle maree, ecc., proponendo per lo studio di tali fenomeni microsismici un mezzo analogo a quelli proposti dal Guyot e dal d' Abbadie.

Successivamente, pure all' Accademia delle scienze di Parigi, venne dal sig. G. F. Artur presentato uno scritto,

(1) *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, tome XIX, II partie, 1852. Bruxelles. M. Hayez, Imprimeur de l'Académie Royale de Belgique, 1852, pag. 300-302. Séance du 3 juillet 1852.

(2) In questa medesima nota del MONTIGNY era proposto il quesito seguente: Il lavoro di riduzione delle osservazioni del BRADLEY fatto dal LE VERRIER, avendo mostrato che le differenze d'ascensione retta fra le stelle distanti di 12 ore presentano variazioni periodiche di mese in mese nel corso dell'anno, sarebbe ciò prodotto, come nel pendolo, da una variazione diurna di posizione del cannocchiale usato in tali osservazioni? Il LE VERRIER ed il FAYE dubitarono invece che una tale circostanza fosse da attribuirsi ad una ineguaglianza periodica nel moto dell'orologio.

(3) *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome quarante deuxième. Janvier-juin 1856. Paris, ecc. 1856, n. 15. Séance du lundi 14 Avril 1856.

nel quale, ragionando sul fatto osservato dal Parnisetti, cioè del moto costante del pendolo da Est a Ovest, nota che essendo costante il moto di rotazione diurna della terra in ciascuno dei suoi punti, non può il medesimo mettere in oscillazione un pendolo fermo, e che quindi è d'uopo ricorrere al moto di traslazione della terra intorno al sole (1). Ora, in forza di una teoria affatto elementare, l'Artur crede essere giunto a dimostrare, che le esperienze del Parnisetti provano questo moto di traslazione della terra, come quelle del Foucault provano quello di rotazione. Da ultimo l' Artur fa osservare: 1.° che nei pendoli del Parnisetti, i numeri delle oscillazioni sono sensibilmente in ragione inversa delle radici quadrate delle loro lunghezze, e quindi le durate proporzionali alle medesime radici quadrate, come vuole la teoria; 2.° che le ampiezze delle oscillazioni sono sensibilmente proporzionali alle lunghezze, come deve essere relativamente alle azioni costanti che ne sono la causa. L' Artur tornò poi sullo stesso argomento in altra occasione (2) con una sua Memoria intorno alle azioni diurne del Sole e della Luna, per mettere in movimento un pendolo liberamente sospeso e prima in riposo.

Di notevole interesse sono ancora talune pregevolissime esperienze istituite dal chiarissimo prof. Pietro Parnisetti sulla deviazione del filo a piombo e sul movimento della

(1) Di questa memoria un estratto di sole quattro linee trovasi nei *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome quarante troisième, Juillet-Décembre 1856, ecc. pag. 1075. Una più ampia notizia se ne trova nel *Cosmos*, ecc. Tome neuvième, ecc. pag. 638-639, 23.e Livraison, 12 décembre 1856, al quale proposito soggiunge il Moigno restargli ancora qualche dubbio intorno ai fatti osservati dal Parnisetti.

(2) *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*. Tome quarante-cinquième. Juillet-décembre 1857, ecc. p. 216. Séance du lundi 10 août 1857.

crosta terrestre durante l'ecclisse del 18 luglio 1860 (1), nelle quali egli si servì dell' apparato fotogenico di Duboscq e Soleil, usando però di una lampada Carcel, e facendo passare il filo del pendolo, lungo metri 3.01, a $2^m,15$ dal suo punto di sospensione, nell' intervallo del porta-oggetti.

Quanto agli spostamenti persistenti del filo a piombo o della direzione della gravità, anche nel 1863 il sig. Otto de Strüve partecipò alla Società reale astronomica di Londra, l' osservazione d' una deviazione locale della gravità, tanto più notevole, in quanto essa si produceva nel seno d' una vasta pianura appena increspata da leggere ondulazioni del suolo (2); ed altri lavori intorno alla deviazione della verticale nelle stazioni delle osservazioni astronomiche ed alla necessità di tenerne conto nella misura del grado, furono presentati dal Pechmann all' Accademia imperiale delle scienze di Vienna (3). Nel tenere parola di questi ultimi, l' illustre Bertelli fa tuttavia notare che nelle osservazioni alle quali essi si riferiscono, come pure per

(1) *Osservazioni meteorologiche fatte in Alessandria alla specola del Seminario durante l' eclisse parziale del Sole* 18 *luglio* 1860. Alessandria, 1860, tipografia di Astuti Carlo.

(2) *Les Mondes.* Revue hebdomadaire des sciences, ecc. par M. l'abbé Moigno. Première année, 1863, pag. 244-247.

(3) Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Zweiundzwanzigster Band. Wien, aus der kaiserlichen königlichen Hof-und Staatsdruckerei, 1864 — pag. 41-88: *Die Abweichung der Lothlinie bei astronomischen Beobachtungstationem und ihre Berechnung als Erforderniss einer Gradmessung* von Eduard Pechmann, ecc. Vorgelegt in der Sitzung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe am 12 Februar 1865.

Die Abweichungen der Lothlinie bei astronomischen Beobachtungstationen und ihre Berechnung als Erforderniss einer Gradmessung (Fortsetzung) von Eduard Pechmann, ec. In Commission bei Gerold's Sohn, 1869.

quelle che occorresse di fare col pendolo nel traforo del Moncenisio (1), bisognerebbe tener conto innanzi tutto se la terra sia in uno dei suoi periodi di quiete, ovvero di agitazione sismica (2).

Ma chi in tempi a noi vicini seppe segnalarsi nell' ordine di ricerche, delle quali stiamo tenendo parola, fu il chiaro d' Abbadie, delle cui prime esperienze si è già avuto occasione di tenere parola. Mediante una ingegnosissima disposizione (3), della quale tornerebbe qui troppo lungo il dare una descrizione particolareggiata, egli potè sfuggire a tutti gl' inconvenienti già incontrati e disporre di un apparecchio ad un tempo stabile e sensibile. Basterà qui il dire, che giovandosi della riflessione dei fili micrometrici su di un bagno di mercurio, egli si pose in grado di misurare con tutta esattezza, e la distanza e l' azimut relativi dell' incrociamento dei fili e della sua immagine. Ultimati i preparativi nel 1863, il valente sperimentatore volle attendere sino al novembre 1868, onde lasciar tempo affinchè cessasse il lavoro molecolare di consolidazione dei materiali impiegati, ed in meno d' un anno egli potè raccogliere circa 2000 osservazioni. Riconobbe egli in tale circostanza, che la irregolare agitazione del mercurio non

(1) Qui si allude alle progettate esperienze per le quali si veda: *Programma delle osservazioni fisiche che verranno eseguite nel traforo del Fréjus* dai signori P. Angelo Secchi, ing. Diamilla Müller e P. Francesco Denza. Comunicazione del P. Francesco Denza ecc. Torino, stamperia Reale, 1871. Estr. dagli *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino*, vol. VII, adunanza del 19 novembre 1871.

(2) Cfr. *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. Boncompagni, ecc. Tomo VI, Roma, ecc. 1873, pag. 41-45.

(3) Association française pour l' avancement des sciences. Congrès de Bordeaux, 1872. *Études sur la verticale* par M. d' Abbadie, membre de l' Institut. — Bordeaux, Imprimerie G. Gobunouilhou, 11, rue Guiraude, pag. 3-5.

era da attribuirsi, almeno il più delle volte, nè al vento, nè allo stato ondeggiante del mare vicino all'osservatorio, nè a qualsiasi perturbazione esteriore apparente, essendo d'altronde i movimenti resi visibilissimi a motivo della forte (10^m,134) distanza focale. Ulteriori modificazioni e perfezionamenti posero in grado il sig. d'Abbadie di rendere sempre più esatte le sue osservazioni, alle quali però si comprende troppo bene come, nello stato in cui allora si trovava questo ramo della scienza, non sarebbe stato rigorosamente richiesto di dare una particolareggiata pubblicità.

Com' era già da attendersi, il nostro scienziato ebbe parecchie occasioni di osservare nel suo apparecchio dei terremoti microscopici: nel caso dei più forti, l'immagine usciva momentaneamente dal campo, per rientrarvi con forti oscillazioni, le quali a poco a poco andavano calmandosi. Talvolta la scossa non era abbastanza forte da cacciare l' immagine dal campo, ed egli potè allora misurare delle oscillazioni di 200 divisioni del micrometro, ma più spesso tali scosse erano minori. L' osservazione più rimarchevole d' una scossa fu quella del 18 agosto 1869 a mezzogiorno e 56 minuti: la curva descritta dall' immagine riprodusse in una scala microscopica quella che il signor Cochard ottenne in Algeri il 2 gennaio 1867, mediante il tracciato automatico d' un pendolo nel momento d' un terremoto.

Nell' osservazione dei livelli a bolla d' aria, il d' Abbadie cercava delle coincidenze coi terremoti risentiti da lungi in Europa, e supponeva che il loro scuotimento dovesse estendersi fino ai Pirenei; ma questa catena di montagne è notoriamente soggetta ai terremoti, e d' altronde non si può affermare l' identità di due scosse lontane l'una dall' altra all' infuori del caso in cui si constati in un luogo intermedio l' esistenza di una terza scossa almeno contemporanea alle prime, oltre di che converrebbe ancora che

l' intensità di questa terza scossa rimanesse compresa fra quelle delle due scosse osservate alle due estremità della supposta linea di scuotimento. Riassumendo quindi, conchiude il nostro autore (1), che la superficie del suolo è raramente in uno stato di completo riposo, ovvero la situazione della verticale va soggetta a leggiere ma frequentissime variazioni.

Oltre alle ricerche menzionate, il sig. d' Abbadie si è ancora occupato con grande diligenza nella stessa occasione di studiare l' attrazione del piede del filo a piombo, dovuta alla massa delle acque dell' alto mare, giungendo qui pure a risultati, i quali se non permettono di trarne conclusioni assolute e definitive, pure lasciano sperare che allorquando si pervenga ad ottenere una serie non interrotta, e che abbracci parecchi anni di osservazioni, si potranno acquistare dei criterii, i quali permettano di gettare qualche luce su questa interessantissima questione.

Ad esaurire la rassegna impresa nel presente capitolo, noteremo ancora come il sig. Silbermann, in un lavoro letto all' Accademia delle scienze di Parigi (2), abbia espresso l' opinione per la quale, mercè le tavole cronologiche dei terremoti, di Perrey da una parte e di Poëy dall' altra, si riconoscerà che i fenomeni sismici coincidono coll' apparizione di gruppi di asteroidi, esprimendo la speranza di poter in breve essere al caso di dimostrare che la maggior parte dei terremoti sono dovuti all' attrazione di questi, dando così luogo a delle specie di onde di maree terrestri: che questi scuotimenti periodici hanno dovuto fare della crosta terrestre (soprattutto all'epoca in cui essa era ancora sottile) una superficie vibrante, divisa da linee nodali lungo le quali vi è, com' è noto, pressione tendente

(1) *Études sur la verticale* par M. D' ABBADIE, ecc. Op. cit. p. 7.

(2) *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l' Académie des sciences*, ecc. Tome soixante-quatorzième. Janvier juin 1872. Paris, pag. 963.

a produrre un afflusso di materia, da cui deve risultare un sollevamento nodale, come si dimostra sperimentalmente in acustica (1).

Nel chiudere l' analisi, alla quale si è qui tanto largamente ricorso, aggiunge il Bertelli quello che l' esperienza ha a lui stesso dimostrato intorno a questo medesimo argomento, affine di rendere utili anche alla scienza presente gli studi fatti ne' tempi andati (2); ma di ciò mi riservo di trattare fra poco, quando dirò, con qualche particolare, della controversia alla quale diede luogo la dottrina dei moti microscopici dei pendoli, nei suoi rapporti coi terremoti.

IV.

La realtà delle piccole oscillazioni nei pendoli, i quali si credono fermi, checchè ne sia stato scritto per lo passato, è nettamente affermata dal Bertelli nel suo scritto più volte citato, il quale vide la luce nel gennaio 1873, e ciò in base a scrupolose osservazioni giornaliere, fatte per il corso di due anni consecutivi. Nella buona stagione e quando il barometro è alto e stazionario, queste oscillazioni, secondo il citato autore, appariscono o nulle, o così

(1) Senza entrare in apprezzamenti a proposito di tale opinione, noteremo come il chiarissimo Bertelli avverta (*Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. Boncompagni ecc. Tomo VI, Roma, ecc. 1873, pag. 42) che, almeno a Firenze, il solito periodo estivo del suo sismometro, sul quale si fanno ogni giorno parecchie osservazioni microscopiche, non è stato quasi punto alterato durante il periodo delle stelle cadenti dell'agosto 1872, non essendosi osservato che per poco tempo una leggiera vibrazione verticale di circa 1/10 di millimetro.

(2) *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. Boncompagni, ecc. Tomo VI, Roma, ecc. 1873, pag. 42-45.

piccole da non potersi discernere senza l'aiuto di una forte lente; invece nelle grandi burrasche, prodotte dal contrasto delle correnti boreali ed australi, le quali traversano l'Europa alla fine d'autunno, nell'inverno e nella primavera fino a giugno, esse sono frequenti e non di rado grandi e visibilissime anche ad occhio nudo; osservandosi molte volte questo fatto, quando pure a terra l'aria è localmente tranquilla. Le oscillazioni furono rilevate per lo più orizzontali, ma talora anche verticali e con rinsaccamenti d'onda; la loro traccia, talvolta lineare, si fa più di sovente ellittica, irregolare e di rado circolare: il loro piano di oscillazione cambia alcune volte di azimut in tempo assai diverso da quello che sia comportato dal movimento diurno terrestre, secondo la teoria del Foucault. Sonvi poi nel movimento dei pendoli, ad intervalli di qualche entità, dei salti dalla quiete al moto e viceversa, e delle variazioni di accrescimento e di diminuzione nelle oscillazioni, per modo che riunendo le ordinate, le quali esprimono l'ampiezza relativa di queste escursioni, risulta una curva ondeggiante, continua, assai singolare. Le onde successive di aumento o di diminuzione di questa curva, sono il più delle volte sincrone coi minimi e coi massimi corrispondenti alla curva barometrica locale; e dall'esame di più migliaia di osservazioni, rilevò il Bertelli, che d'ordinario non v'ha sul nostro continente periodo generale di abbassamento forte e rapido nel barometro, il quale non sia accompagnato da oscillazioni sismiche microscopiche, relativamente assai grandi. Ciò avviene specialmente nelle grandi tempeste (1) che attraversano l'Europa, ma non pare che le dette oscillazioni del pendolo dipendano gran fatto dai venti e tempeste puramente locali, e dalle scariche elettriche, però in

(1) Il primo cenno pubblicato dal Bertelli intorno a questa relazione fra i moti pendolari e le burrasche trovasi inserito nel giornale l'*Opinione* del 14 febbrajo 1871.

occasione di aurore boreali (1) e nelle maggiori perturbazioni magnetiche, il pendolo si pose più volte in agitazione notevole, benchè prima e dopo fosse fermo.

(1) Cfr. a tale proposito un dottissimo articolo dell' illustre prof. cav. Michele Stefano De Rossi, intitolato: *Fenomeni aurorali e sismici nella regione laziale confrontati coi terremoti di Casamicciola, Norcia e Livorno*, ed inserito nei fascicoli VI, VII e VIII, anno II, 1875 del *Bullettino del vulcanismo italiano*, pag. 49.

Questo articolo venne pubblicato mentre il presente lavoro era in corso di stampa, quindi non poterono essere utilizzate a loro luogo le notizie in esso contenute: mi limito perciò ad aggiungere che relativamente ai terremoti di Livorno (31 luglio, 1, 2 agosto 1875) a quanto assicura il prof. Monte, non furono preceduti da agitazione veruna dei pendoli e corrispondentemente nè il Bertelli a Firenze, nè il Malvasia a Bologna ebbero a notare agitazione alcuna nei giorni antecedenti a questi terremoti livornesi. Ora in ciò non deve scorgersi, come giustamente afferma il De Rossi (Op. cit., pag. 53-54), contraddizione alcuna col criterio di prenunziazione dei terremoti, del quale si è in addietro tenuto parola. Infatti, l'esame dei veri terremoti, benchè minimi, ha dimostrato che il periodo sismico del luglio stanziava nella regione latina e che il terremoto di Livorno fuggì quasi dal luogo dove dovea farsi sentire. Questo giudizio medesimo è confermato appunto dalle osservazioni microscopiche, le quali mentre non prenunciarono il terremoto in Toscana, lo minacciarono invece, secondo quello stesso criterio, nella regione laziale. I pendoli tromometrici agitaronsi di molto in Roma, in Velletri ed in Rocca di Papa nella mattina e nel pomeriggio del 30 luglio antecedente al terremoto di Livorno. Anzi in Rocca di Papa, potendosi allora per particolari circostanze fare più frequenti osservazioni, si ebbe campo di rilevare che la predetta agitazione continuò, diminuendo fino a tutta la mattina del 31 e cessò affatto dopo il mezzodì, poco prima cioè dei terremoti di Livorno che cominciarono alle 6.30. Altrettanto è a dirsi delle osservazioni fatte a Velletri. Dunque, conchiude il De Rossi, veramente i terremoti che scoppiarono a Livorno furono apparecchiati od almeno prenunciati dai moti microscopici della regione latina, e ci si manifesta così una forma o proprietà speciale delle forze endogene applicate alla sismica, di prepararsi cioè in un luogo per manifestarsi in un altro. Questa proprietà

Contro la essenza di tali conclusioni si levò il prof. Pietro Monte, il quale in un suo opuscolo (1) si occupa del « fenomeno importantissimo ed oscurissimo nella sua causa, che si osserva nei lunghi pendoli dei sismometri, i quali ben raramente si trovano in perfetto riposo, sempre mostrandosi più o meno agitati. » A spiegare tali movimenti, il Monte ricorse in occasioni antecedenti ai tremiti della terra prodotti dal moto di corpi pesanti, alle agitazioni o correnti d' aria, che urtando contro i corpi, producono o da questi fanno trasmettere oscillazioni, poca o nessuna importanza riconoscendo nelle fasi del barometro e neppure prestando fede ai supposti cambiamenti di forma nella superficie terrestre, quando avvengono oscillazioni ordinarie microscopiche, non così nelle straordinarie.

Prima di provare il suo assunto, il nostro autore si fa a descrivere i suoi apparati e le precauzioni adoperate per allontanare la causa d'errore, descrive la località e le condizioni del fabbricato del Liceo di Livorno, nel quale si istituiscono le esperienze; assicurando che sotto ogni punto di vista poco lasciano a desiderare, rispetto agli esperimenti da eseguirsi. A dimostrare che le vibrazioni dei sismometri dipendono da certe correnti d' aria, pone i valori medii decadici dei mesi di agosto e settembre 1873, ottenuti per sismometro, anemometro e barometro; avvertendo che per ciò che si riferisce al sismometro, ommise i valori maggiori di due divisioni della scala, siccome quelli che

delle forze sismiche è analoga in ciò alle forze agenti nelle eruzioni vulcaniche, le quali talvolta fanno il medesimo giuoco. Cfr. inoltre: *Osservazioni microsismiche fatte al Collegio alla Querce presso Firenze* dal P. D. Timoteo Bertelli B.ª *nell'anno meteorico* 1873 e *risposta ad alcune obbiezioni intorno alle medesime.* Estratto dagli *Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei,* anno XXVII, sessione VIII del 5 luglio 1874. Roma, ecc. 1874, pag. 31-32.

(1) *Sperienze comparative sui sismometri fatte nell' osservatorio di Livorno* da Pietro Monte, 30 ottobre 1873. Tip. F. Meucci.

indicano l' istrumento essere troppo agitato e fuori dello stato normale. I numeri, che qui appresso riportiamo, rappresentano i valori decadici per ordine, dalla prima decade di agosto all' ultima di settembre; per il sismometro sono espressi in centesimi della divisione della scala; per l' anemometro, in metri per minuto primo; per il barometro in millimetri e centesimi di millimetro.

Istrumenti	Agosto 1873			Settembre 1873		
Sismometro	0,86	0, 46	0,38	0,48	0,53	0,39
Anemometro	88	102	100	185	206	154
Barometro	759,46	60,79	59,83	58,63	60,42	62,08

Dalle quali cifre, senza pretendere un' assoluta corrispondenza fra l' anemometro ed il sismometro, ne inferisce che il secondo cresce o cala col primo, mostrandosi una spiccata dipendenza fra i due apparecchi: paragonando invece il sismometro col barometro, si è ben lontani dalle analogie dianzi avvertite, anzi pare che il barometro segua il sismometro, mentre dovrebbe presentare valori diversi. A ciò aggiunge il Monte la considerazione, che sembra difficile intendere, come variazioni barometriche di pochi millimetri, debbano produrre fenomeni così giganteschi, mentre tali non avvengono per le alte e basse maree, le quali per quanto piccole, dovrebbero agire assai più sensibilmente sui sismometri.

Quanto poi all' altro fenomeno dello spostamento del pendolo fuori della verticale, il quale mostrerebbe un cambiamento nella forma della terra, il Monte confessa di averlo osservato egli pure, ma sembragli anche questo poterlo attribuire a correnti aeree. Descrive infine alcuni dei

numerosi sperimenti da lui fatti per gettare una qualche luce sulla questione, fondandoli principalmente sulla varia sensibilità e mobilità dei pendoli di diverse lunghezze e di diverso peso. Risultò al nostro osservatore che i pendoli più corti e più leggieri sono i più mobili, e che nell' interno dei tubi si manifestano delle correnti di vario effetto, a seconda delle varie proporzioni dei corpi sospesi: dagli stessi esperimenti egli potè inoltre rilevare l'esistenza di continue pulsazioni, mediante le quali l'aria verrebbe alternativamente aspirata ed espirata dai tubi.

Questi appunti non iscossero la fede del Bertelli intorno all' attribuire a cause sismiche i moti spontanei dei pendoli, ed anzi in due lettere da lui pubblicate (1), descrivendo i movimenti osservati nei suoi istrumenti nei mesi di settembre, ottobre, novembre e dicembre 1873, ed i loro periodi, adduce nuovi argomenti ed esperienze da lui fatte, per assicurarsi della indipendenza dei suddetti moti da cause meccaniche locali e momentanee, rimanendo così, secondo esso, convalidata la dipendenza di quei movimenti da causa sismica.

Con una imparzialità degna del maggiore encomio, l'illustre De Rossi si è fatto egli pure a sperimentare sopra alcuni pendoli da lui collocati in varie maniere per lo studio dei terremoti, in Rocca di Papa, in una località che per la sua elevazione, per la natura craterica del luogo, per l' assoluta mancanza dell' urto dei carri, i quali non giungono a quell' altezza, e per la solidità della posizione dei pendoli, collocati e custoditi nei muri interni a poca altezza dal vivo masso di cava basaltina, presenta un insieme di condizioni assai favorevoli alle osservazioni, per quanto mancasse l' uso del microscopio. Il De Rossi, dopo

(1) Bertelli. *Osservazioni tromometriche e sismiche.* Lettere all'*Armonia*, 10 dicembre 1873, e 10 gennajo 1874. — Cfr. *Bullettino del vulcanismo italiano*, ecc. Anno I, Roma 1874, pag. 122.

fatta una accurata analisi dello scritto del prof. Monte sopraccitato, espose il risultato delle proprie osservazioni (1), discutendole con animo spassionato e con profonda dottrina, ed è tratto a conchiudere, che sui crateri vulcanici e presso le loro fratture, durante i periodi sismici, avvengono oscillazioni del pendolo e mutazioni della verticale, indicanti i movimenti della crosta terrestre, non essendo estranea a questi movimenti la pressione barometrica. Queste conclusioni però, secondo l' osservatore stesso, senza distruggere gli argomenti e le difficoltà esposti dal Monte, e perchè l' epoca in cui si facevano le osservazioni era di agitazione sismica straordinaria, ed a motivo della natura craterica e fratturale della regione nella quale si osservava, costituiscono innegabilmente un dato, che favorisce alquanto, almeno indirettamente, la teoria dei movimenti barosismici.

Il Monte, replicando (2) ai suoi oppositori, deplora che coloro i quali studiarono i moti microscopici dei pendoli, abbiano sperimentato sopra un solo pendolo, e non con osservazioni simultanee sopra parecchi (3), mentre dagli studii per tal modo istituiti è indotto a conchiudere che

(1) *Bullettino del vulcanismo italiano.* Anno I, Roma, 1874, pag. 53-56.

(2) Monte. *Esperienze sui sismometri* nella *Gazzetta di Livorno* 20 gennajo 1874. *Bullettino del vulcanismo italiano.* Anno I, Roma, 1874, pag. 122.

(3) In una nota posteriore (*Fallacità dei sismometri isolati*: in data 24 gennajo 1875. Estr. dalla *Gazzetta Licornese*, n. 1090) il prof. Monte scrive: « che di molti pendoli osservati simultaneamente si può, a rigor di termini, dire ciò che si dice di molti orologi l' uno accanto all'altro, dei quali non si trovano due che camminino insieme. Se abbiamo tanta discordanza nelle indicazioni degli strumenti, per necessità bisogna ammettere che molte cause agiscano su di quelli, in tempi differenti, e non una causa unica come pensano i terremotisti. » Ciò in generale per le piccole oscillazioni.

solo ammettendo correnti aeree nelle custodie dei pendoli, si possono spiegare naturalmente le irregolarità di quei moti.

Nella descrizione dei molteplici accoppiamenti di pendoli sperimentati dal Monte, trovò il Bertelli uno dei lati vulnerabili delle esperienze, ciocchè porse a quest' ultimo argomento ad opporre, che essendo i pendoli appesi alle mura del fabbricato, non si trovavano indipendenti dalle vibrazioni locali del medesimo (1). Questo fatto, per ciò che il Bertelli ebbe ad affermare anche in altra occasione, costituisce una principalissima causa d' errore, essendo nei muri evidente una dilatazione ed inclinazione varia, secondo l' altezza, la temperatura ed il reciproco contrasto nell' oscillare: per simili delicate ricerche suggerisce egli anzi come indispensabile, che i pendoli siano a pianterreno od in sotterranei, e che il loro punto di sospensione sorga da un piedistallo affatto isolato dai muri e dal pavimento, richiedendosi inoltre che l' osservazione, se fatta da vicino, sia eseguita colle convenienti cautele, perchè il calore e l' induzione elettrica non possano far variare l' ampiezza ed il piano d' oscillazione.

Sommamente malagevole, come a primo tratto si rileva, è l' ottenere quella perfetta identità di peso e di condizioni in parecchi pendoli simili da osservarsi microscopicamente, come il Monte aveva suggerito, e finalmente avendo mostrato l'esperienza, che le impulsioni sono spessissimo angolari fra loro, hanno, a dire del Bertelli, facilmente luogo dei rinsacchi o collisioni, a seconda che que-

(1) Bertelli. *Risposta ad alcune obbiezioni del prof.* Pietro Monte *intorno ai moti microsismici dei pendoli*; nell' *Armonia* 30 gennajo 1874. *Bullettino del vulcanismo italiano*, ecc. Anno I, Roma, 1874, pag. 123. — *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. Boncompagni, ecc. Tomo VI, Roma, 1873, pag. 44.

ste sono sincrone o meno, con quelle che vengono succedendosi nel punto di sospensione. Nuove esperienze furono poi dal Bertelli stesso istituite, dalle quali sarebbegli stata dimostrata la nessuna influenza dei moti anche violenti, artificiali e causali esteriori, e perfino delle tempeste aeree e dei temporali, sopra i movimenti spontanei che si verificano nei pendoli durante la perfetta tranquillità degli agenti meccanici indicati.

Di queste nuove esperienze non si appagò il prof. Monte, il quale sostenendo che gli esperimenti del Bertelli concludevano ad escludere le cause sismiche da esso sostenute, onde chiarire la questione, formula tre sentenze che riassumono il suo concetto (1): 1.° il vento scuotendo i fabbricati li fa oscillare insieme col suolo (elastico) sul quale sorgono e fa oscillare i pendoli; 2.° le correnti generate specialmente per squilibrio di temperatura nei tubi fanno oscillare i pendoli; 3.° i tremiti del suolo (elastico) fanno oscillare i pendoli.

Quanto all'altra questione dello spostamento della verticale, oltre che nello scritto testè citato, il prof. Monte se ne occupa in tre altri (2) dei quali ci accingiamo a fare una breve analisi.

L'autore fu sempre, come abbiamo già avvertito, d'avviso, che l'isolamento ordinario dei pendoli merita poca o nessuna considerazione, atteso il criterio fisico della elasticità dei corpi, ma volendo pure convincersi col fatto di

(1) Monte. *Osservatorio di Livorno* nella *Gazzetta Livornese* 11 febbrajo 1874. *Bullettino del vulcanismo italiano.* Anno I, Roma, 1874, pag. 123.

(2) Monte. *Osservatorio di Livorno. Sperienze sulla verticale.* Livorno, tip. di Francesco Meucci, 1874: in data 6 aprile 1874. — *Bullettino del vulcanismo italiano.* Anno I, Roma, 1874, pag. 124-125. — *Osservatorio di Livorno. Altre sperienze sulla verticale*: in data 7 settembre 1874. — *Osservatorio di Livorno. Terze esperienze sulla verticale*: in data 8 decembre 1874. Dalla *Gazzetta Livornese* n. 1046.)

questa sua opinione, fe' costruire due pendoli isolati; ma anche per questi asserisce che gli risultò un accordo coll'anemometro, nella forza e quantità dei movimenti. Scendendo poi in particolare alla questione dello spostamento della verticale, questione ch' egli ritiene indecisa, anche per difetto di buon metodo nello sperimentare, il Monte distingue due maniere di variazioni nella verticale, cioè *momentanee* e *permanenti:* le momentanee si spiegano coll'ipotesi di correnti ascendenti e discendenti nel tubo, e qualora il pendolo si collochi nell' acqua, il rigurgito di quella produce il medesimo effetto. Di maggiore importanza sarebbero le deviazioni permanenti, per istudiare le quali collocò due sfere sospese nell' acqua e le osservò con microscopii fissati a bracci di ferro, murati in direzioni opposte ad angolo retto: con questo apparecchio osservò che la curva degli spostamenti è in ragione dei minimi movimenti dei microscopi medesimi, risultandone due curve opposte per le due diverse posizioni che hanno i bracci sostenenti i microscopi.

Già in queste *prime* esperienze sulla verticale, il Monte aveva espresso l' avviso che la soluzione data alla questione del moto della verticale, risolve anche l' altra gravissima del moto dei fabbricati prodotto dalle influenze termiche dei raggi solari; nelle *altre* sperienze egli ritorna sopra l' energico effetto del calore estivo sui fabbricati, asserendo che la causa principale degli spostamenti della verticale è la dilatazione e la contrazione dei muri dei fabbricati medesimi (1).

Avendo poi il Monte espresso il desiderio che le esperienze da lui fatte fossero da altri ripetute, l' illustre De Rossi volle soddisfarlo, ed anzitutto volle esaminare sopra

(1) Di questo argomento interessantissimo degli effetti del calore solare sulle murature mi riservo di occuparmi con qualche particolare in una nota dell' APPENDICE al presente lavoro.

luogo gli esperimenti dei due fisici, fra i quali si agitava la controversia. Recatosi, come egli ci riferisce (1), nel maggio 1874 a Firenze ed a Livorno, visitò alternativamente più volte i due osservatorii, ed in ambedue i luoghi i pendoli gli parvero ben situati ed abbastanza custoditi dalle influenze esteriori, nonchè veramente indipendenti dalle mura del fabbricato, quelli che così si vollero collocare. Rimandando alla fonte citata coloro i quali volessero conoscere particolareggiatamente le osservazioni fatte in tale occasione dall' illustre De Rossi, mi limiterò a riferirne la conclusione per la quale « le condizioni diverse geologiche ed orografiche dei due luoghi, modificano in questi il fenomeno delle azioni microscopiche, le quali per molti dati si resero manifeste cogli esperimenti del Bertelli. »

Il Bertelli stesso poi in un bellissimo suo lavoro (2) imprese a difendere contro le obbiezioni del Monte, le osservazioni da lui fatte al Collegio alla Querce presso Firenze. E, relativamente alle supposte tre cause di vibrazione dei pendoli, delle quali si è tenuto parola come di agenti i quali all' infuori di cause sismiche, produrrebbero le oscillazioni dei pendoli, egli afferma con tutta asseveranza, sostenuto dalla esperienza propria e da quella di altri osservatori, che la supposta influenza non è ammissibile, *per lo meno* riguardo alle vibrazioni più ampie del pendolo stesso, notando ancora come *il più delle volte*

(1) *Bullettino del vulcanismo italiano.* Anno I, Roma, 1874, pag. 125-127.

(2) *Osservazioni microsismiche fatte al Collegio alla Querce presso Firenze* dal P. D. Timoteo Bertelli B.ª *nell' anno meteorologico* 1873 *e risposta ad alcune obbiezioni intorno alle medesime.* Estratto dagli *Atti dell' Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei.* Anno XXVII, sessione VII del 5 luglio 1874. Roma, tip. delle scienze matematiche e fisiche, 1874.

anche nelle piccole oscillazioni osservò non esservi coincidenza e proporzionalità colle cause indicate, potendosi del resto regolare la massa e la lunghezza del pendolo in modo che il medesimo non risenta, per quanto è possibile, nel luogo dove si osserva, l' effetto di vibrazioni eterogenee. Molte sono le esperienze e le osservazioni addotte, onde appoggiare la sostenuta indipendenza, e tali da non lasciar verun dubbio a tale proposito (1), risultando dimostrato, per ciò che si riferisce al vento, non esservi nel tromometro del Bertelli, alcuna proporzionalità o relazione di moto fra le varie velocità orarie del vento e le ampiezze corrispondenti del moto pendolare (2): giungen-

(1) Nell' esporre il risultato delle osservazioni microscopiche dell' anno meteorico 1873 (*Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.* Anno XXVII, sess. VII del 5 luglio 1874, pag. 24 dell'estratto) osserva il Bertelli che la corrispondenza completa fra gli abbassamenti barometrici ed i moti microsismici non si può esigere da una serie di osservazioni fatte interpolatamente circa 14 volte al giorno e per lo più soltanto dalle 6 ant. alle 10 pom. Infatti accadendo assai spesso che il moto microsismico segua con qualche ritardo l'abbassamento barometrico e che inoltre nei giorni di agitazione del tromometro le oscillazioni maggiori si manifestino quasi d' improvviso ed a brevi intervalli, parecchi di questi fenomeni dovettero sfuggire all' osservazione sia nel lungo intervallo della notte, sia anche talora di giorno nel tempo trascorso da una osservazione all'altra: nondimeno dall'osservazione delle curve rappresentative annesse alla citata memoria puossi riconoscere in generale l' accordo accennato, sebbene talvolta alterato in occasione dei forti e frequenti terremoti avvenuti nel 1873. Nonostante però questo lungo e straordinario periodo sismico, nelle curve tromometriche apparisce ben distinto il periodo relativo della quiete estiva da quello dell'agitazione invernale, nel qual tempo, prescindendo anche dalle maggiori, più frequenti e repentine variazioni barometriche, che vi corrispondono, sembra inoltre più sensibile e più spiccato l'accordo e la regolarità dei moti barosismici.

(2) È mestieri però avvertire come il chiarissimo Bertelli non escluda che per circostanze speciali possa in qualche luogo manifestarsi la

dosi relativamente gli effetti delle correnti nei tubi alle seguenti conclusioni: 1.° la massima differenza diurna di temperatura si riduce sempre a pochi gradi, e da una osservazione all' altra spesso si è trovata o nulla o solo di qualche decimo di grado; 2.° non vi è alcuna relazione fra le temperature suddette e l' aumento o la diminuzione del moto tromometrico del pendolo; finalmente per ciò che riguarda i tremiti, i moti meccanici o sonori, riportandosi moltissimi fatti di urti dati contro il piedestallo, contro lo zoccolo, e persino contro la colonna di ghisa che regge i pendoli, fino all'altezza di due metri dal pavimento, senza che il pendolo mostrasse alcuna oscillazione, nè orizzontale, nè verticale, entro il limite insensibile di $^1/_{100}$, cioè di millim., non ostante che il mercurio posato sul piedestallo si increspasse visibilmente ad ogni percossa. A maggiore conferma del sostenuto principio di indipendenza dalle cause accidentali cioè e locali, aggiunge il Bertelli alcune importanti dichiarazioni favoritegli dal chiariss. prof. Pietro Parnisetti, direttore dell' Osservatorio del Seminario di Alessandria di Piemonte, riguardo alle sue belle esperienze sui moti spontanei dei pendoli, dalle quali risulterebbe inoltre dimostrato che, per alcune fabbriche e posizioni speciali, all' isolamento del punto di sospensione dei pendoli, si può forse supplire colla lunghezza e peso dei medesimi, sicchè i loro moti rimangano ancora indipendenti dalle vibrazioni locali ordinarie.

proporzionalità indicata, anzi in particolare riguardo agli Osservatorii situati sulla riva del mare ritiene cosa probabile e che meriterebbe di essere cimentata coll'esperienza che, oltre alcune speciali condizioni geologiche del suolo, le onde marine spinte ad urtare contro le spiaggie possano, simultaneamente al soffiare del vento, far vibrare per qualche tratto le medesime, specialmente se si riflette che talora esse non sono realmente che vette, fianchi o altipiani di monti, i quali hanno il loro declivio più o meno ripido che si prolunga sotto il piano dei flutti, verso i più bassi fondi del mare.

Per quanto poi si riferisce allo studio delle deviazioni del filo a piombo dalla verticale (1); quantunque questo non abbia costituito l' oggetto principale delle sue ricerche, pure il Bertelli notò sempre quelle deviazioni più considerevoli, le quali per ampiezza straordinaria e lentezza di moto non si potevano in alcun modo attribuire ad urti o vibrazioni oscillatorie, a difetti dell' istrumento, ad azione termica graduale, compiendosi esse talora in pochi secondi, benchè sempre in tempo assai maggiore di quello proprio dell' oscillazione del pendolo osservato. Avverte ancora il nostro autore, come anche presso gli astronomi si trovino tuttora nell' osservazione della verticale molte inesattezze ed irregolarità non bene spiegate. Del resto, ammessa la costanza della linea geometrica del filo a piombo per uno stesso luogo, si può sempre per via di livelli correggere qualunque errore appena sensibile, prodotto dalla varia dilatazione, contrazione o inflessione dei fabbricati e del suolo stesso: infatti gli spostamenti del pendolo, sieno essi attribuiti a causa endogena, ovvero ad azione termica esteriore, non importerebbero una vera deviazione della linea verticale della gravità nel luogo di osservazione, ma piuttosto una variazione dello strato terrestre, mentre la verticale resta al posto suo, variazioni delle quali non si accorgono gli astronomi, andandone esenti i loro risultati per le correzioni di livello da loro fatte. Senonchè nel caso dei movimenti termici dei fabbricati, apparisce tosto o poco appresso, una proporzionalità fra il moto pendolare ed il moto termico, mentre invece nei moti microsismici non si verifica punto questa legge di dipendenza.

A suffragare i risultati enunciati dal Bertelli, concorse

(1) Cfr. anche a tale proposito: *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences.* Tome LXXX, n. 10. Paris, 1875, pag. 685-686.

efficacemente uno scritto del De Rossi (1), che, penetrato della importanza della controversia per gli studi della fisica terrestre, della quale è così strenuo campione, riconosciuta l'opportunità che taluno tentasse esperimenti nuovi in condizioni eccezionalmente e scrupolosamente ricercate per chiarire il problema, vi si dedicò con animo scevro da qualsiasi prevenzione. Rimandando alla citata memoria per i particolari, mi studierò di riassumere qui brevemente lo scritto nel quale si contiene il risultato di sette in ottomila osservazioni fatte dal luglio 1874 al febbr. 1875.

L' osservatorio sismico istituito dal chiariss. De Rossi nella sua villa estiva di Rocca di Papa, è posto sul versante esteriore del centrale cratere vulcanico laziale, a più che 700 metri sul livello del mare, lungi da ogni strada e da qualunque passaggio di carri, nell' interno di due grotte. L' una di queste è scavata nella lava, ed alla profondità del decimo strato della lava istessa, sta sospeso direttamente dalla roccia un pendolo. Nell'altra grotta scavata entro potenti strati di minuta scoria assai compatta, pendono parimenti dalla roccia cinque pendoli variamente combinati, uno di essi in tutto simile a quello adoperato dal Bertelli in Firenze, ed altri quattro più leggieri e più corti. Oltre a ciò un altro pendolo collocò il De Rossi in opportune condizioni contro il fabbricato della sua casa di villeggiatura nel luogo istesso, per istabilire utili confronti fra le osservazioni. Tutti i pendoli di questo molteplice osservatorio sono poi riparati ermeticamente e ven-

(1) *Primi risultati delle osservazioni fatte in Roma ed in Rocca di Papa sulle oscillazioni microscopiche dei pendoli.* Esperienze e ragionamenti del cav. prof. Michele Stefano De Rossi. Estratto dagli *Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.* Anno XXVIII, sessione II del 24 gennajo 1875. Roma, tip. delle scienze matematiche e fisiche, 1875. — *Bullettino del vulcanismo italiano,* ecc. Anno II. Roma, 1875. Fasc. I, II, III

gono osservati con un ottimo microscopio dall' esterno del tubo di vetro che custodisce ciascuno. Nè pago di ciò, volendo studiare le differenze fra le oscillazioni che si sarebbero verificate nel tranquillo osservatorio sotterraneo di Rocca di Papa, e le oscillazioni che si sarebbero verificate nella sua abitazione in città, in luogo continuamente frequentato dai carri e vetture, ed in mezzo agli scuotimenti ordinarii, sceltovi un luogo solido e tranquillo per quanto si poteva, vi collocò un nuovo pendolo. Da ultimo per completare i confronti, approfittando delle catacombe romane, vi stabilì un nuovo osservatorio, le cui favorevoli condizioni eccedono di gran lunga tutte le descritte finora.

Troppo lungo tornerebbe qui riferire anche per sommi capi la esposizione dei fatti risultanti dalle osservazioni, ed i ragionamenti, che a proposito di essi istituisce il chiar. De Rossi: riferiamo pertanto sommariamente le conclusioni. Rimane per esso anzitutto provata la esistenza delle perfette calme, alternanti con i periodi di agitazione, assolutamente indipendenti dal giro delle ore e dallo stato meteorico dell' atmosfera: oltre a ciò le medesime calme ed agitazioni non diversificano per essere gli strumenti collocati sotterra o negli edifizii; si tratta adunque d' una causa intermittente e che non sembra vento, nè meccanica propria degli edifizii, quella che produce le microscopiche agitazioni. Il modo di oscillare dei pendoli, ossia la somma variabilità delle ampiezze e delle celerità, il repentino manifestarsi ed arrestarsi, il trasportarsi momentaneo del centro d' oscillazione, ossia della verticale, non possono attribuirsi che a correnti d' aria nei tubi, o a movimenti del suolo, escludendosi le prime, le quali non potendo essere derivate dai venti impetuosi, perchè con questi non coincidevano le osservate agitazioni, non possono pure ritenersi effetti di tranquilli squilibrii dell' aria negli ambienti. A confermare nella indipendenza delle oscillazioni in questione dalle correnti aeree, contribuisce efficacemente la

contemporaneità (1) perfetta del loro alternare colle calme in casa e sotterra in Rocca di Papa, in Roma, in Firenze, in Bologna e perfino spessissimo colle indicazioni del sismografo vesuviano, non potendosi concepire piccole e locali correnti aeree in azione continuata per tali distanze topografiche.

Le fatte osservazioni resero pure evidente il fatto apparentemente strano della non coincidenza dei massimi, svelando anzi talora una legge inversa, e finalmente si vide non essere costante la proporzione di sensibilità, ossia di capacità di agitazione nei varii pendoli, verificandosi identicamente questo fatto per i terremoti. Esiste adunque una analogia fra i due fenomeni, che difficilmente si potrà dimostrare fortuita (2).

(1) Questa contemporaneità venne completamente messa in luce nell' occasione d' un grande terremoto microscopico osservato ad un tempo in Roma ed in Firenze addì 14 gennajo 1875 (*Bullettino del vulcanismo italiano*, ecc. Anno II, 1875, pag. 17-19) ed ancora in quella di un' altra tempesta microsismica osservata contemporaneamente addì 28 marzo 1875 pure a Roma ed a Firenze. (*Primi risultati delle osservazioni fatte in Roma ed in Rocca di Papa*, ecc. del cav. prof. Michele Stefano De Rossi, pag. 21-22.)

(2) È noto ai sismologi come il sismografo del Cavalleri sia appunto basato sopra questo fenomeno. Questo fisico ordinò infatti nel suo istrumento molti piccoli pendoli di lunghezze diverse per vedere quale di questi aveva concepito oscillazione maggiore durante il terremoto e trovava appunto che ora l'uno ora l' altro era stato spostato dalla scossa, non mai tutti ugualmente nè in ragione diretta della loro lunghezza. Il Cavalleri vi riconobbe la bella legge del sincronismo o dissincronismo degli impulsi ossia delle onde sismiche, le quali, disse egli, se vibrano con onde simili a quelle cui è disposto il pendolo in ragione della lunghezza, daranno a questo un impulso relativamente forte, se l' onda sismica è diversa, il pendolo sarà più inerte e restio ad ubbidire al colpo ricevuto. (*Rendiconti del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere* 1857.)

Un simile effetto fu riscontrato dal De Rossi nelle oscillazioni microscopiche.

Infine la relazione quantunque non rigorosa colla pressione barometrica, si rese tuttavia più sensibile che non a Firenze ed a Bologna, comprendendo anche talvolta le variazioni minori.

Tutte le prove, le argomentazioni e le osservazioni esposte nello splendido lavoro del De Rossi testè analizzato, non valsero tuttavia a convincere il prof. Monte, il quale in una sua risposta (1) sostiene che le vibrazioni pendolari, piccole o grandi che sieno, avvengono per cause che nulla hanno a che fare cogli scuotimenti tellurici. Se fosse mia intenzione di stendere una critica degli argomenti coi quali si sostengono i due diversi partiti, potrei entrare qui in lunghe considerazioni intorno ai fatti sui quali il prof. Monte appoggia le sue opinioni, tanto per ciò che si riferisce alle grandi quanto alle piccole vibrazioni; ma accontentandomi di una semplice esposizione della controversia, mi limiterò ad osservare come in nessuno degli scritti del prof. Monte, che io debbo alla squisita di lui cortesia, ho trovato combattuto quel giudizio pronunciato dal De Rossi e da me già riportato, per il quale l' osservatorio di Livorno dovrebbe considerarsi, per le sue condizioni geologiche ed orografiche, in circostanze eccezionali, e nel quale veramente l' aria potrebbe agire sui pendoli più di una causa microscopica tellurica; ed invero risultati concordi ottenuti da osservatori diversi, in cinque o sei località pure diverse, non potranno in tal caso essere distrutti dalle osservazioni e dagli sperimenti fatti da un solo, il quale per di più non soddisfi per le sue condizioni particolari al *caeteris paribus*, che è pure richiesto, perchè i risultati ottenuti riescano comparabili nello stretto senso della parola. Ammesso pure che in tutti sieno uguali la pacatezza d' animo e la forza che si richiedono « per rigettare anche

(1) Monte. *Osservatorio di Livorno. Considerazioni sui sismometri*, in data 23 maggio 1875. Estratto dalla *Gazzetta Livornese* del 4 e 5 giugno 1875.

le proprie opinioni o teorie, quando abbiano minori prove di probabilità, appetto di altre contrarie. »

L'ultima pubblicazione fatta sulla interessantissima controversia, prima che il presente scritto vedesse la luce, consiste in due scritti, l'uno del Bertelli, l'altro del P. Camillo Melzi (1).

In quest' ultimo viene in particolare trattato della relazione dei moti tromometrici e le velocità del vento, intendendosi specialmente a combattere l' opinione del Monte, il quale ancora nell' ultimo scritto citato, sostiene l' urto del vento essere principale causa delle grandi vibrazioni pendolari. Sono circa 700 le osservazioni simultanee sull'anemometro e sul tromometro, delle quali è data relazione, notando le sole osservazioni in cui il tromometro era fermo, ed i risultati consegnati in apposita tavola sono tali da dimostrare come molte volte il vento non abbia assolutamente nulla affatto mosso il tromometro, sebbene in tali circostanze da dover produrre questo effetto se potesse realmente produrlo. Senonchè la discussione delle 700 osservazioni suddette ha messo in luce un altro fatto il quale vale a conferma dell' assunto ; in un quadro vennero registrati in 18 gruppi i periodi di calma perfetta del vento, avvenuti nel periodo dell'osservazione, ed in ben quattordici di essi si riscontrarono delle vere oscillazioni microscopiche, le quali non potranno per certo attribuirsi al vento, che mancava totalmente. Di una importanza decisiva è poi il pri-

(1) *Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.* Anno XXVIII, sess. IV del 21 marzo 1875. Roma, 1875, pag. 334. *Della realtà dei moti microsismici ed osservazioni sui medesimi fatte nell' anno* 1873-74 *nel Collegio alla Querce presso Firenze.* Memoria del P. D. Timoteo Bertelli B.a — pag. 356 : *Sulla relazione dei moti tromometrici e le velocità del vento.* Nota del P. D. Camillo Melzi barnabita. Cito questi lavori posteriormente al precedente, poichè, non ostante la data della sessione, il fascicolo degli *Atti* che li contiene non mi pervenne che alla fine dell' agosto p. p.

mo dei lavori testè citati, inteso particolarmente a combattere una asserzione dell' illustre Palmieri, il quale in un suo recente lavoro letto all' Accademia Pontoniana di Napoli, descrivendo il sismometro portatile, dice che questo permette al pendolo di compiere, senza toccare il mercurio, quelle piccole oscillazioni tanto accuratamente studiate dal P. Bertelli e dal Monte, il quale a ragione le reputa indipendenti dalle agitazioni del suolo. E poichè il Palmieri tenendo parola del suo apparecchio, soggiunge che la maniera di pendolo da lui usato va esente dalle minime vibrazioni del pendolo ordinario, e che quando il suolo è agitato anco da moti leggerissimi, le vibrazioni degli apparecchi sono sempre più o meno cospicue, ma non microscopiche, così ritenendo il Bertelli, che quest' ultima circostanza della mancanza di moti microscopici nei suoi pendoli abbia influito, almeno come prova negativa discordante, a fargli abbracciare l' opinione che i detti moti microscopici non siano d' origine endogena, ma bensì accidentale o locale, colla scorta di esperienze da lui fatte, spiega questa apparente anomalìa.

Rimossa questa difficoltà, passa il Bertelli ad esaminare la questione termica messa in campo dal Monte, asserendo che se le variazioni di temperatura fossero causa delle oscillazioni microscopiche dei pendoli nel caso in cui questi siano isolati, come si verifica a Firenze, a Rocca di Papa ed a Bologna, bisognerebbe che, come a Livorno, tosto o poi si trovasse una qualche proporzionalità, o almeno qualche relazione fra i salti maggiori di temperatura ed il moto tromometrico. Ora questa relazione non esiste punto, nè per alcuno dei tre osservatorii menzionati, nè per altri parecchi che si vanno stabilendo (1). Nè soltanto per

(1) Le stazioni microsismiche attualmente in esercizio sono:

Firenze	Osservatore	P. Timoteo Bertelli.
Roma	«	Prof. cav. Michele Stefano De Rossi.
Rocca di Papa	«	Lo stesso.

ciò che si riferisce al tromometro del Bertelli si limitarono le sperienze alle ordinarie variazioni di temperatura, ma si ebbe ricorso a riscaldare con bracieri la vetrata entro la quale si contiene l' apparecchio, fino a produrre nel pendolo un allungamento di 12 divisioni della scala, e ciò non ostante nella mezz' ora, nella quale durò il riscaldamento, tanto orizzontalmente che verticalmente il pendolo si mantenne immobile.

Di somma importanza è pure un' altra sperienza addotta dal Bertelli, onde studiare l' effetto di vibrazioni locali al tutto straordinarie, sopra gli apparati del tromosismometro, la quale fu eseguita per mezzo del passaggio al trotto di due batterie di cannoni sopra una strada ciottolata molto stretta, fiancheggiata da alte fabbriche, una delle quali è appunto il palazzo Malvasia, ove gli strumenti sono a circa 6 metri dalla strada stessa. Il moto microscopico, che aveva il pendolo prima dell'esperienza, era quasi circolare e tale si mantenne anche dopo il passaggio tanto della prima che della seconda batteria, conservando pure lo stesso piano d' oscillazione Est-Ovest che già aveva. Le osservazioni poi fatte sul tromosismometro in tale occasione condussero inoltre a provare: 1.° che le oscillazioni vibratorie locali anche fortissime, come pure le impulsioni istantanee ed a strappo dei terremoti, mentre sono talora abbastanza sensibili ai piani superiori delle case, non lo

Livorno	Osservatore	Prof. Pietro Monte.
Velletri	«	Prof. Ignazio Galli.
Civitavecchia	«	Ing. Angelo Deandreis.
Cosenza	«	Dott. Domenico Conti.
Camerino	«	Prof. Giuseppe Berti.
Pesaro	«	Prof. Luigi Guidi.
Rimini	«	March. Antonio Battaglini.
Bologna	«	Conte Antonio Malvasia.

Cominceranno quanto prima il Denza a *Moncalieri*, il Bellucci a *Perugia* ed altri.

sono sempre nè egualmente a pianterreno, e nemmeno ad alcuni sismometri delicati; 2.° che in particolare l' oscillazione verticale nell' ortosismometro avendo assunta una ampiezza di mezzo millimetro, che non ritornò a zero se non 8 minuti dopo, nei due pendoli lunghi del tromosismometro ebbe luogo probabilmente una risoluzione di moto, del quale la sola componente verticale si manifestò sulla spirale dell'ortosismometro; mentre nel pendolo dell' isosismometro producendosi per la componente orizzontale un nodo di vibrazione presso la massa pendolare, *anche* per questa ragione esso non rimase alterato ne'suoi movimenti.

Molte e molte altre cose interessantissime potrebbero trarsi dalla detta Memoria del Bertelli, specialmente in ordine al nessun effetto che sulle oscillazioni pendolari producono le variazioni ordinarie e spontanee di temperatura, che si compiono giornalmente nell' interno della vetrata del sismometro: ma me ne asterrò, poichè a mio giudizio, quelle fin qui esposte, provano ad esuberanza la indipendenza dei moti pendolari dalle cause meccaniche o locali, od in altre parole dimostrano la realtà dei moti microsismici. Devo qui confessare, che all'esame della controversia io mi ero accinto coll' animo completamente scevro da prevenzioni; non avevo mai per lo innanzi eseguite esperienze, i cui risultati avessero in certo modo potuto disporre in me il terreno più favorevole all' una od all'altra delle diverse conclusioni; e le poche e rudimentali esperienze, che i miei scarsi mezzi mi permisero di fare, se mi confermarono da un lato nell' opinione in che ero venuto, per il semplice studio della questione, non mi condussero neppure dall' altro ad alcuno di quei risultati tanto splendidi da impegnare l' amor proprio di chi li raggiunge ad abbracciare quel partito che ad essi è conforme (1).

(1) Prima di finire desidero di enunciare un' idea, che si lega all' insieme del presente lavoro, ed alla quale mi riservo di dare, ove se

Ritenuta quindi la realtà dei moti microsismici, rimane ancora una grave questione a decidersi: quale è la cagione endogena di tali manifestazioni? Senza abbandonare il campo delle ipotesi, opina il Bertelli (1), che mentre i moti microsismici ordinari possono derivare principalmente e più direttamente da dilatazioni e contrazioni di masse gazose, raccolte presso la parte più superficiale delle fratture terrestri, invece i moti puramente sismici pare siano d'ordinario dovuti ad azioni endogene più energiche e profonde, dalle quali derivano le scosse sensibili o ristrette ad alcuni paesi soltanto, o estese a vaste regioni. Ciò posto, le masse gazose più superficiali devono naturalmente risentire d'ordinario più regolarmente l'influenza degli abbassamenti barometrici, pei quali oltre il dilatarsi dei gaz già esistenti, deve probabilmente prodursi uno sviluppo repentino e copioso di altri gaz e vapori, i quali vengano, e forse con qualche sobbollimento o conato intermittente, ad urtare contro le pareti o labbri delle stesse fratture orografiche o vulcaniche, e così producano in esse, e quindi, per comunicazio-

ne presenti l' opportunità, conveniente sviluppo in appresso. Tale è la seguente. Il fatto dei moti microsismici, che precedono e susseguono un terremoto propriamente detto, può trovare una facile spiegazione in pressochè tutte le teorie esposte relativamente alle cause delle forti commozioni telluriche. È questa una circostanza che mi limito a segnare, giacchè il suo sviluppo mi trarrebbe ora troppo per le lunghe.

(1) *Osservazioni microsismiche fatte al Collegio alla Querce presso Firenze* dal P. D. Timoteo Bertelli *nell' anno meteorico* 1873 *e risposta ad alcune obbiezioni intorno alle medesime.* Estratto dagli *Atti dell'Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei.* Anno XXVII, sessione VII del 5 luglio 1874. Roma, 1874, pag. 32. — *Primi risultati delle osservazioni fatte in Roma ed in Rocca di Papa sulle oscillazioni microscopiche dei pendoli.* Esperienze e ragionamenti del cav. prof. Michele Stefano De Rossi. Estr. dagli Atti dell'*Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei.* Anno XXVIII, sess. II del 24 gennajo 1875. Roma, 1875, pag. 19.

ne, nel suolo adiacente, quelle vibrazioni che generalmente si osservano nei pendoli in tali circostanze. A questo sviluppo però può benissimo concorrere altresì, o qualche colpo di fuoco sotterraneo, o aumento di temperatura, o altra azione endogena sconosciuta, talvolta anteriore e talvolta posteriore all' onda stessa di depressione atmosferica, giacchè il moto pendolare, come risulta dalle fatte osservazioni, non apparisce sempre proporzionale all'abbassamento barometrico concomitante, e qualche volta pure, benchè di rado, si manifesta altresì all' infuori di questa circostanza.

A questa opinione del Bertelli si associa pure il De Rossi, esprimendo come le vibrazioni del pendolo possano provenire da lunghissime e ripetute ondulazioni del suolo, ossia gonfiamenti o depressioni continue microscopiche, le quali sarebbero anche la causa delle momentanee mutazioni della verticale. A questo concetto egli trova inoltre uniformarsi la relazione, quantunque non rigorosa, trovata colla pressione barometrica. Il giuoco di azione e reazione fra i gas ed altre materie interne del suolo, e l'esterna pressione atmosferica, data però una vita propria e speciale agli agenti interni, indipendentemente dall' atmosfera, e con questa solo in relazione di condizione concomitante, spiegherebbero, sempre secondo il citato De Rossi, assai bene quei rigonfiamenti; e quelle larghe e momentanee ondulazioni microscopiche potrebbero produrre i microscopici movimenti del pendolo. Al più si potrebbe forse sospettare in giuoco un altro agente misterioso come l' elettrico, ma questo vi si mostrerebbe sempre in tanto in quanto si manifesta anche nei terremoti.

La relazione di questi nuovi studi sulle oscillazioni microsismiche dei pendoli coi terremoti, tenuta in maggiore evidenza negli studi del De Rossi, lo conduce ad alcune conseguenze, le quali vengono in certo modo a formare la conclusione del presente lavoro. Infatti negli specchi da

lui pubblicati, pose a confronto la serie dei terremoti notevoli, e trovò che per la massima parte essi avvengono durante la calma, o la decadenza del moto microscopico, nello stesso modo, come dice il Palmieri, che il sismografo vesuviano si agita anteriormente all' avvenire dei terremoti. Si è superiormente avvertito che mentre i veri terremoti, siano pur piccolissimi, talvolta non agitano i pendoli, nei periodi poi delle agitazioni microscopiche, durante i quali nessuna scossa si avverte, essi si muovono. Parrebbe dunque, che se il terremoto sensibile non sempre agita il pendolo, quando questo si muove senza terremoto, il suo movimento non dovesse essere d' ordine sismico : analogamente a ciò, l' osservazione fatta, che nei giorni di terremoto i pendoli stanno calmi, sembrerebbe accennare ad una causa, che se è pure concatenata coi terremoti, procede però da un agente fisico d' altra natura, il quale sembrerebbe funzionare separatamente dal terremoto e prima del suo apparire. Su questa considerazione riflette il De Rossi che, rimanendo intatta la relazione coi fenomeni sismici, si ridurrebbe soltanto il fenomeno ad uno di quelli concomitanti, anzi precedenti il terremoto, locchè ne accrescerebbe anzichè diminuirne l' importanza, essendo tale da studiarsi più che mai nelle sue relazioni col terremoto (1).

(1) Il Palmieri, nel descrivere il suo apparato sismografico di recente costruzione in un lavoro da noi precedentemente citato, conchiude colle seguenti notevolissime parole: « Nei grandi terremoti le forti scosse sono precedute e seguite da *moti minori, alcune volte sensibili e spesso insensibili*: la frequenza, la durata e la intensità di codeste trepidazioni del suolo per la maggior parte a noi insensibili, raccolte e registrate dal sismografo, possono dare preziose indicazioni, giacchè la loro frequenza ed intensità accennano alla probabilità di scosse maggiori, e quando i tremiti del suolo mancano del tutto, si può avere per certo che almeno si è in periodo di calma. Un periodo sismico suole durare mesi ed anni, ma le scosse generalmente hanno una brevissima durata

Anche un valentissimo sismologo italiano, il quale non si è ancora pubblicamente pronunciato intorno alla realtà dei moti microsismici, limitandosi ad esprimere come sia molto difficile lo sceverarli dagli altri di genere diverso, ritiene questo studio del più alto interesse « perchè infine se gli effetti veri microsismici sussistono, egli è certo che da questi potrebbe aversi qualche avviso preventivo delle scosse. »

A risolvere tuttavia questioni così gravi, è mestieri che gli osservatori (1) ed i fatti si vadano moltiplicando in mo-

e si crede che tra una scossa e l'altra il suolo sia perfettamente quieto, *ma questa non è che una illusione.*

(1) Nel più volte citato mio lavoro (*Atti* del R. Istituto veneto, ecc. pag. 2065: *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc. pag. 42) ho sommariamente accennato alle osservazioni da farsi in occasione dei terremoti: bramo di aggiungere qui che mi associo completamente al desiderio espresso dal sig. Diamilla Müller (*Letture scientifiche per il popolo italiano.* Lettura XI, *Il terremoto.* Milano, libreria dei fratelli Dumotard, 1873, pag. 440) che cioè nelle osservazioni avvenire si tenga conto della elevazione del suolo sul livello del mare. Noto anzi a questo proposito, che, anche per i passati terremoti, un tale elemento potrà facilmente aggiungersi, affinchè sia sott'occhio di chi si dispone a studiare un complesso di simili fenomeni. Osserva il citato autore essere assai probabile che quando è maggiore il raggio di curvatura dell'onda terrestre si abbia una ampiezza pure maggiore nella traccia dell'oscillazione, e che questa è forse la ragione che generalmente nei terremoti i primi a cadere sono i comignoli dei camini sui tetti delle case, per la forza centrifuga che in essi si sviluppa a preferenza, attesa la loro maggiore elevazione e velocità di moto. Crede inoltre il Diamilla Müller che questa ricerca sia della massima importanza anche per ciò che mediante essa si potrà forse in seguito ridurre a zero, come si fa per il barometro, cioè al livello del mare, tutte le osservazioni sismiche fatte in luoghi diversi; e così, applicando ad esse il principio della composizione delle forze, trovare il valore, la direzione ed il punto di applicazione della risultante particolare o generale del moto sismico, mentre questa ricerca potrebbe prestarsi eccellentemente a risolvere la questione geologica intorno la sede dei terremoti ed alle altre importantissime che vi si collegano.

do da offrire appoggio sufficiente ad illazioni induttive veramente scientifiche.

In questi ultimi tempi l'indirizzo, dato agli studii sismologici, può dirsi totalmente mutato, ed invero da molte parti si accenna ad imitare per essi ciò che da gran tempo si è fatto per l' astronomia, ciò che si fece in seguito e con tanto successo per il magnetismo terrestre, e ciò che da parecchi anni si è cominciato a fare per varii rami della meteorologia propriamente detta.

Quando da un lato si avranno raccolti in ordinati cataloghi i fenomeni osservati nelle epoche anteriori alla nostra, coordinando dall'altro le osservazioni condotte simultaneamente in molte parti del globo, potrà sperarsi di assegnare alla sismologia quel carattere di vera e robusta scienza, del quale è realmente suscettibile. Lo studio accurato e diligente dei documenti storici o scritti a caratteri indelebili dalla natura istessa in taluna fra le importanti manifestazioni della sua potenza ad un tempo creatrice e distruttrice, o sparsi in un gran numero di opere (1), taluna delle quali dimenticate o scomparse, può solo soddisfare al primo di questi bisogni, mentre al secondo suppliranno gli studiosi che in gran numero e su tutte le regioni del globo, osservino attentamente e diligentemente qualsiasi manifestazione di fatti endogeni.

(1) La bibliografia sismica, pubblicata nel 1855-56 dall' illustre Perrey nelle Memorie dell'Accademia di Digione, contiene l' elenco di 1837 opere o scritti di questo genere e più tardi il Mallet diede nelle *Transactions* dell' Associazione Britannica per l' avanzamento delle scienze (1858) delle liste d'opere relative ai terremoti, che si rinvengono nelle diverse biblioteche d'Europa, e delle quali alcune erano sfuggite anche al Perrey. Quest' ultimo scienziato, della cui amicizia mi tengo altamente onorato, mi scriveva, or non ha molto, che la sua collezione sismica tocca il numero 4600.

(Estr. dal Vol. I, Serie V degli Atti del R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti)

APPENDICE

NOTA A

INTORNO AI POZZI ED AI SOTTERRANEI COME PARA-TERREMOTI

Come ho già avuta occasione di avvertire, raccolgo in questa appendice anche alcuni elementi, che, posteriormente alla pubblicazione del mio primo lavoro, mi riuscì di rinvenire a complemento delle idee in esso esposte e sviluppate. Quanto segue quì appresso si riferisce al Cap. IV del citato lavoro. (*Atti del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti* ecc. Tomo terzo, serie quarta. Dispensa decima, pag. 2256-2264 — *Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti* ecc. Venezia. Tip. Grimaldo e C. 1874, pag. 56-64.)

LIBERTI FROMONDI in Collegio Falconis Lovanii olim Philosophiae Professoris Primarii, Meteorologicorum libri sex. Editio altera auctior et emendatior. Lovanii. Typis Hieronymi Nempaei. Anno M. DC.XLVI.

Ceterum pulsus Rhectes et effractor, omnium sine dubio est perniciosissimus. Deinde longa et undans inclinatio, quae parietes et fastigia aedificiorum extra fundamenti perpendiculum suspendit. Brevis autem et crispans tremor partem inclinatam statim contrario motu in sedem restituit, praevenitque lapsum. Unde Plinius tutissima aedificia censet, in quibus *sunt fornices, anguli quoque parietum, postesque alterno pulsu renitentes.* Ac deinde *Latere, etiam facti parietes, minore noxâ quatiuntur,* inquit. Quia, credo, duriores lapides, quales nostri Namurcenses, prementibus nihil cedunt; ideoque cenus aliquis facilius aedificij iactatione eliditur, trahitque cetera in ruinam. Quod autem docet fornices tremoribus resistere, abnuit Kechermannus, exemplo terrae motus anni 1601 quo omnium paene templorum in Helvetiâ camerationes ruinis affirmat dehiasse. Sed nec ignoravit Plinius fornicum commissuras tremore, praesertim tam valido, posse laxari.

In relazione poi a quanto si contiene a pag. 63 del citato nostro lavoro (*Atti del Reale Istituto Veneto* ecc. Tomo terzo, serie quarta. Dispensa decima, pag. 2263) troviamo nell' opera stessa quanto appresso:

Aristoteles, Seneca et plures consentiunt, terram littoralem esse maxime obnoxiam tremoribus. Caussa est in meatibus et venis subterraneis, quas aqua ubique excavat, suique spiritui viam qua se insinuet, concavitatesque spatiosas, quo multus in unum confluat, facit. Hae tamen venae et cavitates non nimis laxae et hiantes esse debent, quia per eas itum reditumque liberum et innoxium spiritus haberet. Haec enim caussa est putatur, cur media Cycladum, templo Apollinis et mercata olim celebrata Delos, sola terrae motum non sentiat. Cavis enim rupibus imposita est, si Callistheni credimus, quae exhalationi deprehensae facilem dent exitum. Quamquam tamen, cum Darius exercitum in Graeciam duxit, et semel alias concussam, prodiderit Mucianus. Audi Plinium: *Oppida minus quatiuntur crebris ad eluviem cuniculis cavata. Multoque sunt tutiora in iisdem quae pendent; sicut Neapoli in Italia intelligitur, parte eius quae solida est, ad tales casus obnoxia.* Ubi enim omnia cuniculis et aquaeductibus perforata sunt, spiritus laxius discurrit, nec exitum difficilem et perplexum habet. Unde in bellis nostris cuniculi agi ab hoste contra cuniculos solent, ut via aperiatur, qua flamma pulveris, per istos canales innoxia se evoluat. Itaque breviter, concavitas quidem exhalationi capax, ad terrae motum, sed tamen sine exitu facili, esse debet. Obstruuntur autem meatus, vel limo, vel ruina terrae quam aqua labefactat.

Ancora, a titolo di curiosità, nello stesso ordine di idee, riferiamo quanto segue:

Versi e prose scelte di Bernardino Baldi ordinate e annotate da Filippo Ugolini e Filippo Luigi Polidori. Firenze. Felice Le Monnier, 1859. (*Descrizione del palazzo ducale d' Urbino.*)

Gran provvidenza, ed artificiosa parimente, è stata quella dell' assicurar la facciata che è fra le torri, dal pericolo de' terremoti: il che ha conseguito l' architetto col far uscire del muro di quà e di là da quei pozzi che dicemmo sportar fra le torri, alcuni gran cannoni di pietra fatti di pezzi ed inserti l' un nell' altro a guisa di tomboli, i quali dal-

l'alto al basso della facciata se ne penetrano infino alla più bassa parte del fondamento, acciocchè quel vento il quale ne' terremoti viene repentinamente generato, trovando esito patente non offenda la fabbrica.

È pur degno di nota relativamente a questo argomento quanto si legge nell'opera seguente:

De' terremoti, loro cagioni, effetti e malori che producono e loro cura preservativa in generale. Lettera all' illustrissimo signor marchese Andrea Maidalchini del dottore VINCENZO TELONI nobile Viterbese ecc. In Viterbo, per Giulio de Giulii, 1703.

Pensò taluno ne' frangenti ruinosi de' terremoti che luoghi meno atti alle ruine si fossero quei, che sono sotto scavati co' vani di spesse concamerazioni e fosse, e che hanno gli edifizii fabbricati di muri laterizii, come appunto si è Roma, e con qualche ragione naturale si fonda l'opinione, prima perchè dalle sotterranee spelonche e cavità hanno libero l'esalamento i furori de' fuochi; e poi perchè le fabbriche fatte di piccoli cementi e mattoni, possonsi aprire, e fendere, ma meno però dell'altre precipitare, che sono composte di altri materiali, e grossi sassi, quali non tanto intimamente collegansi insieme. Le vôlte degli edifizii, v'ha chi le crede più sicure delle soffitte, e travate, ma se queste saranno alte e di fabbriche eccelse, io le stimerei più ruinose delle soffitte; non così se saranno basse ed in luogo umile e di picciolo stanzolino al piano terreno. Gli angoli de' muri e gl' archi delle porte con alternato impulso renitenti meno atti al precipizio vengono stimati.

Alla squisita gentilezza del ch.º P. SERPIERI vado debitore della comunicazione del passo seguente contenuto nell'opera che ha per titolo:

Discorso storico-filosofico sopra il tremuoto che nella notte del dì 24 venendo il 25 dicembre dell'anno 1786 dopo le ore 9 scosse orribilmente la città di Rimini e varii paesi vicini. Edizione seconda corretta e fatta a spese di Giacomo Marsoner librajo in Rimini all' insegna della Provvidenza. In Faenza. Per Lodovico Genestri con licenza de Superiori.

Perchè poi evidentemente dagli effetti si scorge avere la città nostra (Rimini) alcuni luoghi costantemente nei tremuoti con maggior impeto

investiti, perciò parrebbe cosa utilissima lo scavare ivi molti pozzi assai profondi e larghi, che nel bisogno aiutassero la spedita e facile diffusione del vapore. Finalmente si potrebbe da' Riminesi temere un qualche tremuoto dalla parte de' vicini monti solforati. Col volger degli anni le accensibili materie potrebbero fermentarsi ed accendersi, come non rade volte succede in luoghi di tal natura. Lo scavamento però di cupi ed ampi pozzi fatto alle falde di quei monti forse loro potrebbe giovare. Servono quelle artefatte cavità appunto come le contrammine, le quali sventano le mine medesime, qualora s'accendono; porto anche parere, che le esalazioni in gran parte elettriche, che dalle zolfatare si svolgono, non possano mai addensarsi, ma siano costrette a lentamente disperdersi per mezzo dei pozzi. S'ascolti il principe degli antichi naturalisti Plinio, il quale coll'autorità e coll'osservazione appertamente mi favorisce: *sed et in terraemotibus est remedium, quale cloacae et crebri specus praebent; conceptum enim spiritum exhalant, quod in certis notatur oppidis, minus quippe quatiuntur quae crebris ad eluviem cuniculis cavata sunt.* Potrebbero anche aggiunger peso al proposto rimedio esempi, che quì sotto adduco. Narra il Pedrazza, e sappiam anche da altre storie, che la città di Granata nell'Andaluzia alta, prima dell'invasione dei Saraceni, era di tratto in tratto crudelmente investita da orribili terremoti. I Saraceni medesimi, qualunque fosse il loro fine, vi scavarono molti profondissimi pozzi, i quali produssero il felice effetto che Granata fosse poscia immune da gagliarde scosse, che sì di sovente con gran danno soffriva; e che dal gran tremuoto di Lisbona, a differenza dei luogi vicini, non riportasse il minimo nocumento. Similmente Caura, altra città di Spagna nella bassa Andaluzia, ha in piccola distanza una naturale voragine così profonda, che gettandovi dentro un sasso, odesi quasi per un quarto d'ora il rimbombo dell'aria percossa. Non avvi memoria ch'essa sia mai stata assalita da robusti movimenti di terra, anzi neppur ebbe sensibile scuotimento nell'anno 1755 in cui la maggior parte della Spagna cotanto traballò. La città di Tauris in Persia era soggettissima a violenti tremuoti, ma dal 1721 in poi, epoca memorabile e dell'ultimo suo violento tremuoto e dello scavamento dei pozzi fatto per avviso dei fisici, non ha più provata alcuna scossa impetuosa. Non debbo quì sull'ultimo ommettere un altro esempio che ci è quasi domestico. Presso le mura della città di S. Marino vi è la bocca d'una profonda smisurata cavità; furono negli anni addietro cacciate in essa molte materie, le quali fermandosi sopra certi marmi che nella parte superiore l'attraversano, la turarono affatto. Pri-

machè ciò accadesse correa costante antichissima voce fra quei Repubblicisti che in S. Marino non si fosse mai sentito il terremoto ; ma dopo chiusa la detta apertura, non è stata la città libera dalle scosse, benchè molto miti e leggiere, tantochè ora quel vigilantissimo Governo ha saggiamente ordinato, che si riapra la bocca di quella caverna. Il celebre Paulian autore del gran dizionario di fisica confessa che la cautela dei pozzi presa in Persia gli piace infinitamente, e con calore la inculca anche agli abitanti di Lisbona. Sarà per me una gloria ben grande l'esser forse deriso con un filosofo sì rinomato e con questi fatti alla mano.

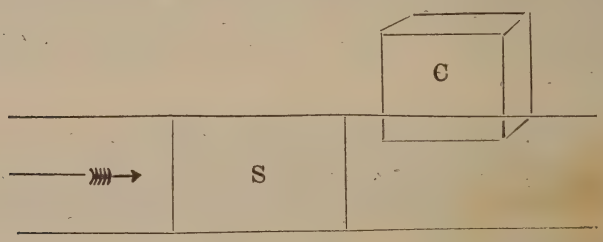
L'illustre Palmieri, a spiegare come una scossa risentita dagli strumenti dell'Osservatorio della Università di Napoli, non lo fu da quelli dell'Osservatorio Vesuviano, scrive nel :

Rendiconto della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Fasc. 12. Anno XIII, dicembre 1874, pag. 177. *Il sismografo dell' Osservatorio vesuviano e quello della Specula universitaria, nell' ultimo terremoto della valle del Liri.* Nota del socio ordinario Luigi Palmieri.

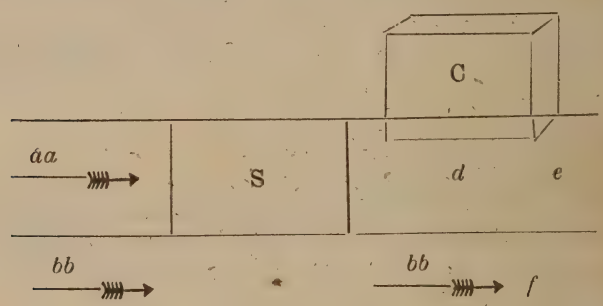
Se si accetti ciocchè sin dai tempi di Plinio fu tenuto come vero, cioè che i pozzi e le caverne sotterranee fanno meno sentire le scosse del suolo soprastante, si potrebbe del singolare fenomeno trovar la ragione. Ma io intendo sólo di notare il fatto ricordando le parole dell'antico naturalista : *sicut in iisdem est remedium quale cloacae et crebri specus praebent : conceptum enim spiritum exhalant, quod in certis notatur oppidis quae minus quatiuntur, crebris ad eluviem cuniculis cavata.*

Ancora vado lietissimo di poter qui pubblicare uno squarcio di una lettera scrittami da un illustre sismologo italiano, che mi onora della sua amicizia, e del quale non declino il nome per non involgerlo, forse contro sua volontà, nelle discussioni, alle quali, come il precedente, potrebbe dar motivo anche il presente mio scritto. La lettera porta la data del 26 aprile 1875.

Senta questa mia fantasia. Supponiamo che le onde di scuotimento incontrino nella loro via un vasto sotterraneo. Senza dubbio esse in parte si arresteranno sul primo limite del sotterraneo. Or come passeranno le cose al di là del sotterraneo S sulla casa C. Forse bisognerà distinguere due casi; — o la casa sta su terreni compatti, come p. e.



sul macigno: o sta su terreni sconnessi, p. e. alluvionali. Certo le onde *aa* non passano, quando l'aria di S abbia uno sfogo. Ma passano



le onde *bb*. Se la casa fa tutt' un corpo col macigno non avremo forse un ondeggiamento più vasto nella cima della casa? Ciò sembra a prima vista. Ma se il macigno *d* è fortemente collegato col resto *e* che sta alla destra, a me pare che la sua inerzia sia troppo grande per fare un moto contrario all' onda *bb*, e tanto più ciò sia impossibile se, come sempre avverrà, vi sia forte legame delle parti superiori *d* ed *e* colle inferiori *f*. Adunque il sotterraneo S avrà fatta una bella difesa alla nostra casa, se lo avremo fatto dalla parte da cui soglion venire le scosse, del che l' osservazione e la storia devono averci istruito. Se in forza del detto legame tra *d* ed *f*, prenderà *d* l' istesso andamento che *f*, sarà questo un moto derivato sempre minore del primo e diretto. Se

poi il terreno è poco saldo e poco connesso, è troppo chiaro che il massimo guasto sarà dove le onde battono direttamente; e allora i fondamenti della casa saranno meno tormentati.

Insomma io inclino a pensare che un sotterraneo posto dinnanzi alla casa, sulla linea per la quale le scosse vengono a visitarci, debba far l'uffizio d'un buon para-terremoti. Parmi che sia un'idea da tenersi d'occhio nell'esaminare quanto succede in una città per effetto delle scosse.

Qualcuno mi dice che anche il Tempio di Salomone avesse vastissimi sotterranei, come credo che avesse delle specie di parafulmini. Ma in una storia che hò riscontrato, non ho trovato nulla in quanto ai sotterranei.

Mi permetto infine di riprodurre qui appresso parte di una lettera interessantissima intorno alle condizioni del territorio di San Marino gentilmente scrittami dal chiar.º comm. Pietro Tonnini, capitano reggente quella Repubblica.

Alla distanza di un chilometro circa dalle mura della città di S. Marino esiste una caverna, di cui non si conobbe mai la profondità, volgarmente denominata *Tana di Bando*. Alcuni tentarono di penetrarvi, ma non riuscirono senonchè ad un determinato punto e si racconta anche che alcuni troppo ardimentosi vi siano periti.

In seguito di che si narra sempre che fosse ordinato di gettare internamente delle pietre per chiudere l'accesso e che dopo questo fatto si sentissero forti scosse di terremoto, ciò che non vi era memoria si fosse per l'addietro verificato. È certo però che questa bocca trovasi aperta, ma non abbiamo documenti che comprovino essere stata fatta questa apertura per ordine del Governo. Dai vecchi io ho udito molte volte ripetere questo fatto, come si sa per tradizione che questo nostro Monte Titano sia sempre andato esente da questo flagello, salvo dall'aver subìto raramente qualche scossa ma di poca entità.

È fondata opinione che questo Monte si componga di enormi macigni poggiantisi l'uno coll'altro e che fra essi esistano dei grandi vuoti, pei quali le correnti sotterranee trovino sfogo tale da non produrre quegli effetti che si vanno verificando nel Borgo Maggiore sottostante al Monte e con maggior gagliardia sempre crescente nei sottoposti villaggi.

Questi stessi effetti si sono pure verificati nella notte del 18 marzo di quest' anno (1875) in cui si ebbe un forte terremoto in quasi tutta Romagna: Rimini, città da noi lontana circa dieciotto chilometri, restò grandemente percossa, Serravalle, castello della nostra Repubblica, che giace sul confine del nostro territorio e su quella via, subì una scossa abbastanza grave, così pure il Borgo Maggiore, ove caddero alcuni camini, ma la Città ed il declivio del Monte se non andarono interamente immuni provarono un assai più leggiero movimento.

NOTA B

SULLE OSCILLAZIONI NEL LIVELLO DEI POZZI.

Sulla questione delle alterazioni che per il fatto dei terremoti sono presentate dalle acque sorgive, meritano menzione specialissima, quelle relative ai mutamenti del loro livello nei pozzi. È già antica osservazione, a tutti nota, che, nella occasione di forti scosse di terremoto, le acque dei pozzi subiscano delle grandi alterazioni quanto al loro livello, giacchè sotto l' influenza di quell' improvviso traballare del suolo, mentre in alcuni si aumenta la quantità d' acqua, in altri per contrario diminuisce giungendo fino al punto da mancare totalmente.

Credo a proposito di ricordare qui anzitutto un passo del Cardano, contenuto nel suo dottissimo libro *De subtilitate* (Hieronymi Cardani, Mediolanensis medici, *De subtilitate*, libri XXI. *Ab authore plus quam mille locis illustrati, nonnullis etiam cum additionibus*, 1553, Basileae, pag. 85) e da me già riportato nel mio primo lavoro intorno ai terremoti (*Atti del R. Istituto veneto*, ecc., t. III, serie IV, pag. 2060: *Intorno ai mezzi usati dagli antichi*, ecc., pag. 37), nel quale l'oscillare dell' acqua nei pozzi è indicato come segno di prossimo terremoto, od almeno come fenomeno a questo concomitante. Il passo in questione suona come appresso: *Cum aquae puteorum sulphur metallicumve aliud quid redolent,* **aut titubant**, *aut turbantur, aut incalescunt, aut picantur praeter rationem, terraemotum imminere praenunciant.*

Senza moltiplicare con poco profitto le citazioni di fatti, mi limito ad addurne uno recente osservato dal chiarissimo Conti. Riferisce questo diligente osservatore dei terremoti

di Cosenza dell' anno 1870: « Il già citato fenomeno delle acque termo-minerali ed altre sorgive, fu sensibile molto prima di avvenire il terremoto. Di fatto, quelle dei pozzi discesero di un metro circa. Molti, non potendo attingerle come al solito, furono costretti di allungare le corde per portare le secchie al livello delle acque, ed altri per più giorni attinsero dal muro di cinta. » (*Memoria e statistica sui terremoti della provincia di Cosenza nell' anno* 1870, del dott. Domenico Conti. Cosenza. Dalla tipografia municipale, 1871, pag. 12-13).

A tale proposito seppe rendersi veramente benemerito un diligente osservatore dei terremoti avvertiti nell'Apennino bolognese, il sig. Demetrio Lorenzini di Porretta, il quale ha istituito una serie di osservazioni sul livello dell' acqua nel pozzo del suo laboratorio. Egli fin da principio trovò, a quanto ne riferisce l' illustre prof. cav. Michele Stefano De Rossi (*Bullettino del vulcanismo italiano*, anno I, 1874, pag. 4), alterato questo livello ad ogni scossa come appunto si narra dei grandi terremoti, ed in seguito, avendo istituito delle giornaliere osservazioni, vide mutare quotidianamente il livello del pozzo, senza legame alcuno col reggime delle sorgenti, ma solo con qualche relazione verso i periodi sismici. Così, in occasione dei terremoti che durarono a Porretta dal 27 dicembre 1872 al 10 gennajo 1873, si osservò che l' acqua del pozzo « si abbassò naturalmente assai più d' un metro e rimase a quel livello stazionaria per tutto il corso dei quindici giorni che durò il fenomeno. » (*Le fratture vulcaniche laziali ed i terremoti del gennajo* 1873. Studii del cav. prof. Michele Stefano De Rossi. Estratto dagli *Atti dell'Accademia pontificia dei nuovi Lincei*, an. XXVI, sess. II del 19 gennajo 1873. Roma, tipogr. delle scienze matematiche e fisiche, 1873, pag. 45). Nel *Bullettino del vulcanismo italiano*, anno I, 1874, e precisamente nel *Quadro generale statistico topografico giornaliero dei terremoti avvenuti in Italia nel-*

l' anno meteorico 1873 *col confronto di alcuni altri fenomeni,* è data una rappresentazione grafica delle variazioni di livello dell' acqua nel pozzo del sig. Lorenzini dal 26 giugno al 31 dicembre 1873. Fattosi il De Rossi ad indagare quali cause potevano aver prodotto quelle oscillazioni, mentre ammette che desse tengano rapporti con moti del suolo, crede poi poter ritenere che nel generale dell' andamento della curva, le acque basse nell' agosto, settembre ed ottobre, corrisponderebbero alla magra estiva delle sorgenti. Ma il rapido salto del novembre (giacchè fra il 30 ottobre al 1.º novembre, crebbe di 1 metro e 40 centim.) non corrisponde in tempo col ritorno delle acque di pioggia ai serbatoi, ai quali non può giungere sì presto la filtrazione. Studiando piuttosto parzialmente le variazioni, veggo, scrive egli, che dal principio delle osservazioni fino al 18 settembre, sembra coincidere, con piccolo precedere, la curva barometrica e la puteale di Porretta. Dopo quel giorno si diparte del tutto dall'andamento della pressione atmosferica, colla quale però sembra essere stata fortuita la coincidenza verificata. Conclude dicendo: dunque per quanto si può giudicare da un così breve periodo di osservazione, la pressione barometrica ed il solito reggime delle sorgenti sembrano essere cose estranee alle variazioni verificate dal Lorenzini nel pozzo del suo laboratorio.

L' egregio signor Lorenzini volle gentilmente favorirmi il seguente quadro comparativo delle variazioni del livello puteale nei rapporti colle variazioni barometriche ed i fenomeni sismici: ad agevolarne la intelligenza aggiungo, che il pozzo viene misurato ogni mattina circa alle ore 6, e nell' inverno dalle 7 e mezza alle 8: anche il barometro viene osservato contemporaneamente al pozzo, e le cifre esprimenti le variazioni così del livello puteale, come del barometro, devono intendersi relative alle altezze misurate nel mattino antecedente.

	Terremoti avvenuti a Porretta dal 17 agosto 1873 al 18 marzo 1875		Variazioni puteali		Variazioni barometriche		Osservazioni
			Abbassamento mm.	Alzamento mm.	Abbassamento mm.	Alzamento mm.	
1	1873	17 agosto . . . . . ore 8.30 circa (sera).	30	—	—	2	Il vento del giorno antecedente era cessato od almeno diminuito
2	»	1 ottobre. Tre lievi scosse. . . 11.30 a.; 8 30 p.; 9.30 p.	100	—	—	1,5	
3	1874	11 gennajo. . . . . 11 a. piccola scossa.	20	—	inalterato		
4	«	25 marzo . . . . . 2.40 pom.	90	—	0,5(?)	—	Poche nubi e vento.
5	»	11 maggio. . . . . 11 pom. piccola scossa.	70	—	—	4	Pioggia.
6	»	7 ottobre . . . . . 4.5 pom. due scosse leggiere.	—	50	—	1,5	Sereno.
7	»	4 dicembre . . . . . 4.38 ant.	20	—	—	1,5	
8	»	22 dicembre . . . . . 8.30 ant.	—	20	—	6	Il 23 il pozzo si abbassò di mm. 50. Si verificarono scosse a Forlì, Faenza, Castel bolognese, ec.
9	1875	25 gennajo. . . . . 6 ant.	20	—	6	—	Vento.
10	»	18 marzo . . . . . 1 ant.	25	—	2	—	Cielo nuvoloso.

Al desiderio espresso dal De Rossi (*Bullettino del vulcanismo italiano*, anno I, pag. 4), che cioè altri osservatori moltiplicassero simili ricerche in varie parti d' Italia, massime nei luoghi soggetti alle manifestazioni dell'attività interna, corrispose il chiar. prof. Carlo Desideri, della scuola tecnica di Pescia (*Rivista scientifico-industriale*, ecc., compilata da Guido Vimercati, anno VI, gennajo-dicembre 1874. Firenze, tipogr. ed. dell'Associazione, 1874, pag. 226-232), al quale balenò l' idea che il fatto curiosissimo presentato dal pozzo di Porretta, fosse comune a tutti i pozzi in generale. Nell' intento di istituire delle osservazioni, il sig. Desideri ottenne che da un pozzo appartenente alla scuola tecnica di Pescia, non si attingesse acqua per lo spazio di otto giorni, ed adattò all' orlo del pozzo un apparecchio consistente in una piccola carrucola, il cui asse è munito d' un indice che segna sopra un quadrante le variazioni anche minime del livello dell'acqua. La carrucola e quindi l' indice, al cambiar di livello, è messa in moto da un sottilissimo filo d'ottone ben rincotto, che le si avvolge attorno e che porta ad un' estremità un peso di piombo munito d' un galleggiante, il quale posa sulla superficie di livello dell' acqua: l' altra estremità del filo è munita d' un contrappeso. Al calare dell' acqua prevale l' azione del peso del galleggiante, al crescere invece prevale il contrappeso, ed in tal modo nell' un caso e nell' altro la carrucola essendo messa in moto, si hanno le indicazioni volute. La graduazione del quadrante è in tal rapporto col diametro della carruccola, che le dimensioni corrispondono a frazioni del metro: vi si possono leggere comodamente le indicazioni di $^1/_8$ di millimetro. Le osservazioni ebbero principio addì 26 maggio, e si seguirono in numero di circa 6 per ognuno degli otto giorni, durante i quali vennero fatte, tenendo conto ciascuna volta della temperatura e dell' altezza barometrica. Mediante la nota

formola $l = l' \frac{1+kt'}{1+kt}$ tenne conto anche delle correzioni da farsi a motivo degli allungamenti e raccorciamenti che il filo metallico avrebbe eventualmente subìto.

Stando all' esame sia del prospetto delle cifre ottenute, sia delle curve che lo rappresentano graficamente, il rapporto fra le variazioni del pozzo e quelle del barometro verrebbe manifesto, e parrebbe che il primo tenda a crescere al calar del secondo e viceversa: si direbbe però che il barometro anticipi sempre di qualche ora sul pozzo le sue variazioni. Propriamente si direbbe che la pressione atmosferica non abbia azione immediata che sulla velocità degli accrescimenti ed abbassamenti del pozzo e che gli uni per cambiarsi negli altri, abbiano bisogno di un certo tempo, quasi che l'acqua, per essere ricacciata dentro o per nuovamente scaturire, indugi onde vincere una resistenza dovuta forse alla strettezza della scaturigine ed alla forza viva che la massa dell'acqua aveva precedentemente acquistata per la velocità d' efflusso nel verso contrario.

Come tuttavia assai giustamente osserva il sig. Desideri, con dati poco numerosi sarebbe temerità l' arrischiare in modo positivo una qualsiasi ipotesi sulla cagione del fenomeno, mentre ciò non potrà farsi se non dietro l' accurato studio dei risultati di molteplici e svariate esperienze, ripetute da molti ed in luoghi differenti.

Non possiamo poi passare sotto silenzio altre ricerche riferibili allo stesso argomento e del più alto interesse, delle quali troviamo la relazione in una pregevolissima Memoria del dottissimo cav. G. A. Bianconi (*Memorie dell' Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna,* serie III, tomo V, fasc. 2, pag. 255-267), il quale non si tenne pago delle deduzioni del De Rossi, principalmente per ciò che questi aveva posto a confronto le variazioni trovate nel pozzo del Lorenzini a Porretta, colle oscillazioni barometriche a Roma, a ciò indotto in mancanza di dirette osservazioni del barometro, che fossero state eseguite nel paese

porrettano, come avrebbe esso desiderato: il che sarebbe stato oltre ogni credere opportuno, affine di poter con precisione istituire un confronto fra i mutamenti del livello del pozzo e la pressione atmosferica del luogo stesso, giacchè, come è noto, la pressione barometrica varia sommamente da un luogo ad un altro. Ritenuto quindi tuttora insoluto il problema, egli chiese a sè stesso se realmente la pressione atmosferica dimostrasse o meno veruna influenza sul livello d' un pozzo.

Scelse egli un pozzo al quale non venisse mai sottratta una stilla d' acqua, e buon tratto distante da altri pozzi normalmente adoperati, e prossimo all' Osservatorio astronomico, alle cui osservazioni barometriche intendeva egli di riferirsi, prendendo nota delle distanze che offriva il livello del pozzo in riscontro ad un punto fisso di osservazione, dimodochè all'aumentarsi, per esempio, della pressione, se il livello si fosse abbassato, esso si discostava maggiormente dal punto fisso superiore, e quindi si avrebbe avvertita una distanza maggiore, che avrebbe corrisposto poi ad un innalzamento della colonna barometrica.

Avventuratamente per 39 giorni, dal 28 febbraio fino all'8 aprile, la stagione si mantenne asciutta, e se si ebbero giorni che promettevano pioggia, questa però non cadde che in quantità minime: con ciò venne allontanata dall' esperimento una causa modificante di gran peso, vale a dire l' addizione od arrivo di acque pluviali nei serbatoi che alimentano i pozzi.

In questo periodo incominciate le due linee, la barometrica e la puteale con analoga salita, esaminando le rappresentazioni grafiche annesse alla Memoria in questione, s'incontra un primo punto comune di massimo abbassamento agli 11 marzo, i quali punti di concordi abbassamenti si rinnovano nei giorni 15 e 20 marzo e 6 aprile: i massimi innalzamenti o punti culminanti delle due linee si trovano poi coincidere nei giorni 14, 17, 22, 27 marzo e 7 aprile.

All' 8 aprile la stagione cangiò; e dal sereno che aveva dominato per quaranta giorni si venne al tempo piovoso: incominciò una minuta pioggia che si protrasse per nove giorni colla interruzione di uno. Il barometro cominciò ad abbassare notabilmente nel giorno 8, oscillò poi, ma rimanendo sempre basso, fino a tutto il 10, poscia discese sollecitamente fino ad ore 9 ant. del giorno 12. La linea del pozzo fu essa pure oscillante; al principio discese rapidamente fino alle 9 ant. del 12, a quell' ora cioè in cui era avvenuto l' abbassamento del barometro. Ma questo innalzatosi con repentina salita sino al mezzodì del giorno 13, incominciò una discesa che produsse una notevolissima depressione osservata alle 9 antim. del 14, nella quale il barometro segnava soli 731,7. Il pozzo nel giorno 12 rimase stazionario per 6 ore: appresso la sua linea del pelo d' acqua salì alquanto alle 9 della sera e nel susseguente giorno oscillando prese a discendere; ma al sopravvenire del giorno 14, quando cioè si notò il forte abbassamento barometrico, la linea del pozzo discese essa pure, e discese in un modo straordinario, giacchè nel corso di 24 ore percorse 12 cent. Ma qui le due linee si discostarono non solo, ma presero una direzione diametralmente opposta l' una all' altra, e per quasi cinque giorni le oscillazioni barometriche non ebbero alcuna corrispondenza od accordo colle oscillazioni del livello del pozzo. Il Bianconi trova la spiegazione del fatto in ciò che la stagione si era fatta piovosa e che solo dopo qualche giorno di pioggia potè manifestarsene l' effetto nel recipiente del pozzo: le infiltrazioni delle acque infatti non potendo pervenire che lentamente ai serbatoi che alimentano i pozzi, soltanto un po' tardi, avranno potuto esercitare la loro influenza sul livello dei pozzi medesimi.

Il grande innalzamento di livello delle acque nel pozzo, trova senza dubbio ragione nelle aumentate acque alle sorgenti e serbatoi puteali, ma l' autore nostro è d' avviso,

che l' azione della pressione atmosferica, quantunque larvata da quella causa prevalente, non lasci di manifestarsi. Varii fatti egli adduce in appoggio di questa sua opinione: ad ogni modo egli reputa non del tutto immeritevole d' essere avvertito il sincronismo dei movimenti delle acque puteali e del barometro, in conseguenza del quale si sarebbe indotti ad attribuire alla diminuita pressione atmosferica il più libero sfogo per l' uscita delle acque che alimentano i pozzi, come per lo contrario alla cresciuta pressione atmosferica il ritegno ed il ritardo alla loro uscita.

Il chiar. Bianconi non entra a studiare di proposito in qual guisa la pressione atmosferica possa col suo variare agire sui serbatoi di acque che alimentano i nostri pozzi, e conchiude ritenendo d' aver messo in sodo, come negli studii ulteriori intorno alle commozioni del suolo, in relazione coi mutamenti che subiscono i pozzi, faccia d' uopo tener calcolo della variabilità dei pozzi stessi, in dipendenza dello stato barometrico dell' atmosfera.

Il Boccardo (*La natura e l'uomo. I. Sismopirologia. Terremoti, vulcani e lente oscillazioni del suolo.* Saggio di una storia di geografia fisica. Genova, 1869, pag. 157-159) nello studiare le cause dei fenomeni che i terremoti determinano sul reggime delle fonti, così comuni, come termali, esce in una ipotesi, che qui parmi opportuno di riprodurre per sommi capi.

Le acque giacenti sopra strati impermeabili del sottosuolo sono talvolta repentinamente portate alla superficie, sia dal diretto passaggio dell' onda terrestre, sia per il secondario effetto delle masse terrestri, franate e cadenti nelle cavità, ove il liquido riposava. Se il deposito d'acque non è a grande profondità, basta il semplice passaggio dell' onda terrestre, per farlo emergere alla superficie; come avviene se, tenendo in mano un bicchiere cilindrico quasi pieno d' acqua, subitamente lo alziamo verticalmente e poi tosto lo fermiamo: si osserva allora che l' acqua

esce in gran parte e cade dal vaso. Il vaso sia un pozzo, e sia il terremoto la forza che alzò il terreno in cui il pozzo è aperto, e si avrà tosto spiegazione dell'uscir l'acqua dalle cisterne, di cui ci narrano le relazioni di molti terremoti. L' acqua delle fonti e dei pozzi naturali è contenuta nella terra principalmente in due forme diverse, cioè: 1.° in mezzo a strati impermeabili, verticali o inclinati all' orizzonte ; 2.° in letti di sabbia o in caverne. Nel primo caso, quando l' onda di terremoto traversa le formazioni contenenti lame d' acqua, fa sì che queste siano fortemente compresse fra le pareti, ed obbligate ad uscire nella direzione della minima resistenza. Nel secondo caso, accade dell'acqua raccolta nei sotterranei serbatoi, ciò che vedemmo sopra avvenire dell' acqua contenuta nel bicchiere. I coni di Rosarno ed i somiglianti pozzi aperti nel Chilì durante i terremoti del 1822-23, si formarono appunto per la violenta e subitanea azione dell' acqua sottostante a quei punti delle sabbiose pianure superficiali, nei quali la resistenza dei materiali era minore.

Intorno a questo argomento avverte il Bertelli (*Osservazioni microscopiche fatte al collegio alla Querce presso Firenze*, ecc. Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei*, anno XXVII, sess. VII del 15 luglio 1874, pag. 25), che, sebbene la causa di questa specie di flusso e riflusso dell' acqua dei pozzi possa forse d' ordinario attribuirsi principalmente alla dilatazione o compressione d' aria, gas o vapori nelle cavità o condotti sotterranei delle vene liquide dei pozzi stessi, al diminuire cioè o crescere della pressione atmosferica esteriore, pure moltissimi fatti già ben conosciuti mostrerebbero che l' afflusso ed il riflusso delle acque in alcune sorgenti abbia pure connessione con esalazioni di gas e vapori di origine vulcanica o, in generale, endogena, e che sia in relazione coi terremoti, colle eruzioni dei vulcani ignei e fangosi, coi soffioni, colle acque termali, gassose, ecc.

NOTA C

DEGLI EFFETTI DEL CALORE SULLE MURATURE NEI RAPPORTI COLLE OSSERVAZIONI MICROSISMICHE.

Il dubbio esternato che i moti microscopici dei pendoli e la deviazione dalla verticale possano attribuirsi in parte alle dilatazioni della muratura, mi spinse ad istituire qualche ricerca sull' argomento generico, consegnandone, come promisi nel testo della mia Memoria, il risultato in apposita nota.

Alcuni dati importanti a tale proposito si rinvengono negli *Annales des ponts et chaussées* (IV série, 1863, I sem.). Certe fessure senza importanza che apparvero durante l' inverno del 1859 al 1860 in alcune parti dei lavori del porto dell'Havre verso l'epoca del loro compimento, ispirarono molte inquietudini durante alcuni giorni, poichè essi si attribuivano all' ineguale disposizione del suolo sottostante: dopo lunghe indagini si venne a rimarcare che la fessura la più caratteristica esisteva in un muro scoperto sulle sue due faccie e nel quale l' effetto della disuguaglianza del suolo non era ammissibile. Il fatto aveva luogo d' inverno con una temperatura di —12° C. e le opere in muratura erano state erette, per la massima parte, durante l' estate del 1859 sotto una temperatura eccezionale di 25° C. a 28° C.: subentrò allora la speranza che le fessure fossero da attribuirsi alla contrazione cagionata dal freddo. Il mezzo più semplice per assicurarsene era:

1.° Di confrontare la larghezza delle aperture colla lunghezza dei massi nei quali esse esistevano, massi che, per il loro peso relativo, avevano dovuto produrre una rottura anzichè un ravvicinamento.

2.° Di applicare il coefficiente di dilatazione delle murature, e siccome esso non si rinvenne convenientemente espresso nelle tavole dei fisici, così si credette opportuno ed utile di colmare questa lacuna.

Si operò su parallelopipedi rettangoli d' una lunghezza di m. 1.69 a m. 2.40, immersi in un bagno d' acqua di cui si elevava la temperatura da 10° a 95°. Il blocco si faceva riposare su rulli al fondo del bagno ed appoggiava ciascuna delle sue estremità contro l' estremità inferiore d' una leva verticale in vetro. Questa leva o spranga era infilata da un asse posto fra due appoggi, e per dove passa l' asse portava un cannocchiale. I due appoggi erano separati dal fornello, e tanto l' asse che il cannocchiale erano inviluppati da cotone destinato a prevenire gli effetti dell' irradiamento del calorico. Un cannocchiale era anche collocato ad ogni estremità ed il blocco allungandosi, ogni cannocchiale descriveva un angolo e percorreva un certo arco sopra una biffa collocata a circa 100 m. di distanza, e dava una lunghezza d' arco notevolissima per un piccolo allungamento del blocco di muratura. Per riconoscere se l' apparecchio funzionava a dovere ed era al coperto da ogni causa di errore, si esperimentò dapprima sopra sbarre di metallo di dilatazione nota: esso ne accusò la cifra esattamente, si poteva quindi operare con tutta sicurezza. Si aveva cura di ripetere ogni esperienza due volte, ed il risultato non era ammesso che dopo la coincidenza di due osservazioni; prima di operare si verificò con esperienze dirette, quale lunghezza ciascuno dei cannocchiali percorreva sulla rispettiva biffa ad ogni millim. d' allungamento.

Prese tutte queste precauzioni, si eseguirono dieci esperienze, dalle quali risultò che il coefficiente di dilatazione o contrazione per un metro di lunghezza e per un grado di temperatura, è:

1.° Cemento di Portland impastato puro .	m.	0,0000107
2.° Malta di sabbia silicea e dello stesso cemento	»	0,0000118
3.° Murature della stessa malta e di mattoni in largo	»	0,0000089
4.° Le stesse murature in lungo	»	0,0000046
5.° Murature della stessa malta e di beton di ghiaia silicea	»	0,0000143
6.° Pietra da taglio di Ranville	»	0,0000075
7.° Pietra da taglio della Maladrerie presso Caen	»	0,0000089
8.° Pietra da taglio di Dielette	»	0,0000079
9.° Marmo	»	0,0000054

Questi coefficienti, che sembrano infinitamente piccoli, producono tuttavia effetti importantissimi, se non sempre nocivi, nei lavori di forti dimensioni.

Degli esempi addotti voglio limitarmi a riferirne uno, relativo ad un muro di cinta rettilineo di 1000 metri di lunghezza in beton formante un monolite che subirebbe gli estremi della temperatura fra -10^0 e $+20^0$, cioè di 30^0: la sua lunghezza varierebbe di m. 0,40. Se si colmassero le fessure o se esse si riempissero spontaneamente di detriti, al ritorno del calore, il muro forzato ad allungarsi di $0^m,40$ fra due teste supposte invariabili, assumerebbe una freccia di 14^m a 15^m. Ciò non succede infatti perchè i muri in luogo di essere monoliti, si compongono d'una quantità di piccoli materiali legati con cemento; non è raro pertanto vedere muri di cinta far ventre e qualche volta cadere senza cause note. Dalle fatte esperienze è inoltre risultato che nella muratura di mattoni è sopratutto la malta di sabbia e cemento, quella che soffre la maggiore dilatazione.

Il prof. Monte nell' intento di verificare se lo spostamento della verticale, osservato nei lunghi pendoli, fosse

da attribuirsi agli effetti del calore sulla muratura, fece questo argomento scopo di nuove esperienze. I pendoli devono essere molto lunghi per rendere sensibile la differenza nella dilatazione del muro, tra il punto di sospensione del pendolo ed il punto dove è fissato il microscopio, cioè l' eccesso del primo sul secondo, essendo appunto questa differenza che dà origine, secondo il Monte, ai fenomeni presentati dalla verticale. (*Altre sperienze sulla verticale* in data 7 settembre 1874. — *Terze sperienze sulla verticale* in data 8 dicembre 1874. Dalla *Gazzetta livornese*, n. 1046). La lunghezza del muro sulla quale egli prese a sperimentare, era di 27 metri: la dilatazione subìta in dieci mesi di osservazioni viene espressa da 40 divisioni della scala, ed ogni divisione corrisponde a 5 centesimi di millimetro, ne seguirebbe che la dilatazione totale del muro sarebbe uguale a due millimetri.

La dilatazione di due millimetri, soggiunge il Monte, non sembra gran cosa, ma se ci si rifletta un poco, facilmente si comprende che è doppia; siccome il muro si dilata per tutta la lunghezza ed è libero, chiaramente si vede che quei due millimetri devono esprimere l' espansione per la sola metà del muro; avremo dunque quattro millimetri per dilatazione totale, come eccesso della parte superiore del muro sulla inferiore, all' altezza di circa un metro e mezzo dal suolo: dilatazione molto grande, paragonata coi coefficienti di dilatazione lineare, riportati dall' annuario del *Bureau* delle longitudini.

Prendendo per coefficiente medio dei materiali da costruzione, escluso il cemento romano, sei milionesimi, e supponendo che la differenza media di temperatura del punto di sospensione del pendolo, e del punto d' appoggio del microscopio, non oltrepassi 10^0, si ottiene per dilatazione del muro, un millimetro e settantadue centesimi, quantità di certo ancora eccessiva, perchè la differenza di temperatura supposta in 10^0 è sicuramente troppo forte.

Altre sperienze intorno gli effetti del calore solare sulle murature, e particolarmente sopra edifizii destinati ad osservazioni, vennero fatte a New Haven in America, nell' occasione in cui essendosi costruita una torre di mattoni, la quale doveva servire da specola astronomica, e ricevere insieme il grande orologio di città, sorse il dubbio che, a motivo dei tremiti prodotti dal passaggio dei veicoli nelle vie adiacenti, e delle alternative dilatazioni e contrazioni dei lati alternamente battuti dai raggi solari e ritornanti nell' ombra, la torre fosse o meno propria ad appoggiarvi gli strumenti di osservazione, dei quali doveva essere armata. Aggiungiamo subito che si trattava di una torre a base quadrata alta 80 piedi (m. 24.4), con un lato di 16 piedi e mezzo (m. 5) alla base e di 15 (m. 4.60) in sommità: per darle la necessaria stabilità onde la sommità sua servisse di appoggio al pilastro di pietra di uno strumento equatoriale, si assegnò alle pareti uno spessore straordinario, facendole grosse 27 pollici (69 centim.) alla base e 16 pollici (41 centim.) alla cima; essa venne costruita a Sud dell' edificio della scuola scientifica di Sheffield, alla quale era addetta, e si connetteva con questo per tutta la larghezza del suo lato settentrionale, fino ad un' altezza di 45 piedi (m. 13,72) da terra. I lati orientale e occidentale della torre, che riescono paralleli ai corrispondenti dell' edificio, non corrono esattamente nella direzione del meridiano, ma vi sono inclinati e propriamente nella direzione Nord 28° 30′ Est.

Per istudiare sperimentalmente i preveduti movimenti, il prof. Rockwood dispose due livellette perpendicolarmente l' una all' altra sopra una lastra di pietra incastonata nel pavimento di mattoni nella camera dell' osservatorio, affine di evitare qualunque movimento indeterminato che avrebbe potuto aver luogo nelle parti in legno della cameretta girevole ond' è sormontata la torre. Qualunque piegamento od inflessione della torre, doveva dar luogo ad una incli-

nazione nella stessa misura del piano del pavimento, e sarebbe quindi stato indicato da uno spostamento corrispondente della bolla in una delle livellette od in entrambe. Una delle livellette tolta da un piccolo strumento dei passaggi e che fu posta prossimamente nella direzione dell' Est all'Ovest, era munita di una scala graduata in centesimi di poll. (millim. 0.254) e ciascuna delle sue divisioni corrispondeva ad uno spostamento di linee 39.37 (8, centim. 36). L'altra livelletta, messa presso a poco nella direzione da Nord a Sud, aveva una scala divisa in decimi di pollice, di cui si potevano valutare ad occhio i centesimi, ed il valore del cambiamento di livello per ciascuna divisione era di linee 51.7. Le letture delle livellette si facevano sei volte al giorno ad intervalli di due ore e mezzo circa, cominciando tra le 7 e le 8 del mattino, e terminando fra le 10 e le 11 pomerid. Una terza livelletta, posta colle prime sul pavimento, e quelle di un telescopio zenitale, montato provvisoriamente sopra un pilastro di mattoni nella camera, vennero pure osservate di tanto in tanto per controllare le indicazioni delle precedenti.

Prendendo le medie delle misure degli spostamenti avuti dalle due livellette alle medesime ore nei diversi giorni delle osservazioni, e costruendo la curva rappresentativa del movimento di un punto del pavimento, risultò che era una ellisse imperfetta coll'asse maggiore di circa 12″ (2.54 centim.) e l' asse minore di circa 5″ (1.06 centim.); e quest' ultimo quasi nella direzione del meridiano. Ma l'asse minore non era esattamente nel meridiano e la curva era schiacciata a Sud-Ovest ed a Nord-Ovest; evidentemente la connessione della torre col resto dell' edificio per una notevole porzione dell' altezza aveva contrastato le inflessioni verso Sud e verso Nord, e prodotto questo schiacciamento.

NOTA D

SUGLI STRUMENTI TROMOMETRICI DEL P. BERTELLI.

Nel corso del presente scritto, e precisamente là dove è questione dei moti microscopici del suolo, ho avuto frequente occasione di nominare il **tromosismometro** del ch. P. D. Timoteo Bertelli, trattandone come di strumento perfettamente noto a tutti gli studiosi di sismologia. Tale ingegnosissimo strumento trovasi accuratamente descritto in una Memoria pubblicata dall' inventore istesso negli *Atti dell' Accademia pontificia dei nuovi Lincei* (anno XXVII, sess. III, del 22 febbraio 1874), un brevissimo cenno ne fu dato anche dal ch. prof. cav. Michele Stefano De Rossi nel suo *Bullettino del vulcanismo italiano* (anno I, 1874, p. 149-150) e si limitava a segnalarlo la *Rivista scientifico-industriale* (anno VI, gennaio-dicembre 1874, pag. 186). Mi lusingo quindi di non far cosa sgradita all' illustre inventore da un lato, ed al lettore dall' altro, riferendo per sommi capi in che il detto strumento consista, avvertendo da bel principio che, come il chiar. Bertelli istesso ebbe la bontà di comunicarmi, per osservazioni fatte e da lui e dal benemerito conte Antonio Malvasia di Bologna, il quale se ne serve nei suoi notissimi studii di sismologia, si è riconosciuto che nel caso di una nuova costruzione, sarebbe da consigliare qualche piccolo miglioramento. Per ciò che si riferisce alle osservazioni microsismiche, mi partecipava il P. Bertelli d' aver convenuto col prof. De Rossi, in una forma assai semplice di *tromometro*, ch'egli ha già fatto costruire a Roma e che si è cominciato a diffondere in diversi osservatorii d' Italia. Relativamente poi agli appa-

recchi sismografici propriamente detti, mi limito a segnalare un importantissimo articolo del chiar. De Rossi testè pubblicato (*Riflessioni e proposte relative agli istrumenti sismografici. Bullettino del vulcanismo italiano*, anno II, 1875, pag. 57-66) nel quale si riassume l' odierna statistica dei mezzi che possediamo per questo studio, e si porge nel tempo istesso una istruzione assai utile per le osservazioni sismologiche.

Il *tromosismometro* Bertelli consta di tre parti principali, cioè: l' *avvisatore sismoscopico*, l' *isosismometro* e l' *ortosismometro*.

L' isosismometro destinato a rilevare i moti orizzontali, sieno grandi o minimi, si compone primieramente di un pendolo ben centrato e regolare, sostenuto da un lungo filo di rame rincotto, assai flessibile e tenace solo quanto basta a reggere il peso. Alla sua estremità conica inferiore, il pendolo è munito di una vite, la quale porta un punto di mira collocato sull' asse geometrico del pendolo e determinato dalla intersezione di due linee sottilissime: al disotto del detto punto di mira, ed alla distanza di circa 3 centim., corrisponde un prisma triangolare rettangolo di cristallo, sull' ipotenusa del quale si riflette orizzontalmente l' immagine della curva microsismica descritta dal punto di mira per entro ad un microscopio munito di scala micrometrica in $^1/_{10}$ di millim. nell' oculare. L' oculare del microscopio poi riesce all' esterno di una campana a grossi cristalli, che chiude ermeticamente tutto il resto dell'istrumento, compreso il pendolo fino al suo punto di sospensione, ottenendosi così molti vantaggi nelle osservazioni dei moti microsismici orizzontali, alle quali è particolarmente destinata questa parte dello strumento. Ora, da quanto risultò al Bertelli in due anni d' osservazione, questi moti non arrivavano mai nel suo pendolo ad un millimetro: per quelli maggiori, cioè per i veri terremoti, che a pianterreno danno al pendolo stesso una oscillazione che

uguaglia o supera un millimetro, valgono le seguenti parti dello strumento. A circa metà dell' altezza del pendolo cilindrico corrispondono orizzontalmente otto fili rigidi di argento, disposti ed orientati secondo la rosa dei venti principali, ed assai scorrevoli in due fori a sguscio, fatti in due ritti per ciascuno. Allo stato normale questi otto indici per la loro estremità che è rivolta al pendolo, distano tutti dalla superficie laterale del medesimo di mezzo millimetro, o anche meno, potendosi tale distanza regolare a piacimento, come facilmente può comprendersi. È agevole inoltre il capacitarsi, come al sopravvenire della scossa, gli otto indici scorrenti sopra scale possono somministrare i dati relativi, cioè: 1.° secondo quali piani principali ha avuto luogo il moto sismico; 2.° da qual punto dell' orizzonte è provenuto; 3.° di quanto e in che direzione è stato, durante il moto istesso, lo spostamento del pendolo dalla verticale. Tali indicazioni possono poi essere ottenute anche graficamente.

L' *avvisatore sismoscopico* dà indizio anche di piccolissimi moti orizzontali o verticali, per mezzo di una soneria elettrica, e mostra pure da qual parte dell' orizzonte e con quale ordine si sono succedute le impulsioni orizzontali di uno stesso terremoto, nonchè il tempo della prima scossa. Di questo dirò brevemente che è un apparecchio a superficie di mercurio, la quale increspandosi nello scuotimento, può chiudere un circuito elettrico ed avvertire che una scossa pose in moto l' istrumento.

L' *ortosismometro* serve allo studio della componente verticale del moto sismico, cioè ai moti così detti sussultorii del suolo, sieno essi grandi o piccoli. Quanto a questi ultimi, opina l' inventore, che si sarebbero potuti osservare anche col solo sismometro, recando al medesimo alcune piccole modificazioni, ma poichè queste avrebbero forse potuto nuocere alla precisione, almeno riguardo alla delicatissima ed importante ricerca delle deviazioni del filo

a piombo dalla verticale, così, a togliere ogni dubbio, pensò di riunire nel solo ortosismometro tutto ciò che riguarda il moto verticale.

Esso si compone principalmente di una lunga spirale contenuta in un tubo, la quale sostiene un pendolo cilindrico, che mentre è affatto libero per le piccole oscillazioni verticali, può appena muoversi lateralmente, non solo perchè impedito dalla superficie interna del tubo, ma anche da tre colonnette fisse che in cima portano tre viti orizzontali colle loro estremità pochissimo discoste dalla superficie del pendolo. Sotto il pendolo e nel prolungamento del suo asse verticale, è fissato un cilindretto di vetro diviso in decimi di millimetro, per una estensione di quattro centimetri, lunghezza sufficiente per comprendere le maggiori oscillazioni verticali *valutabili*, che si abbiano a pianterreno. In questo tubetto graduato sono scorrevoli, con dolce molleggio, due lunghi indici orizzontali, i quali, quando poggiano sulle corrispondenti faccie parallele di un diaframma, corrispondono ciascuno allo *zero* di due graduazioni in decimi di millimetro, l' una ascendente, l' altra discendente, incise nel cilindretto istesso. Un microscopio porta al foco dell' oculare una croce di fili micrometrici, dei quali l' orizzontale si fa coincidere con uno degli zeri della graduazione, e l' altro serve ad indicare se il pendolo è sulla verticale. Questo strumento serve non solo allo studio dei moti microsismici verticali, ma altresì alla indicazione della componente verticale o moto sussultorio dei terremoti sensibili, la quale viene indicata in ampiezza dalla somma dei numeri di divisioni delle due graduazioni inferiore e superiore. Quella inoltre di queste due somme che mostra uno spostamento maggiore relativamente all' altra, segna altresì, come ha mostrato l' esperienza, da qual parte, se cioè da *zenit*, ovvero da *nadir*, sia provenuta la prima impulsione sussultoria.

L' illustre inventore porge poi in fine della sua Me-

moria illustrativa una istruzione relativa alle cautele da prendersi riguardo alla collocazione dell'importante strumento da lui proposto. Aggiungerò, per ultimo, che recentemente il chiarissimo cav. prof. Michele Stefano De Rossi ha dato in luce una pregevolissima relazione *Sulle norme e sugli strumenti economici per le osservazioni microsismiche proposti dal P. T. Bertelli e M. S. De Rossi.* Roma, tip. delle scienze matematiche e fisiche, 1875. Estratto dagli *Atti dell'Accademia pontificia de'nuovi Lincei*, anno XXVIII, sess. VI del 23 maggio 1875), nella quale, non intendendo punto di vincolare la libertà ed il genio degli osservatori nel variare le esperienze, si propone una specie di unità di misura, alla quale riferendosi tutti, riescano gli studi da farsi in argomento più facilmente paragonabili fra loro.

NOTA E

RECENSIONE DEL PROF. M. CANTOR.

Vado lietissimo di poter riprodurre qui una bibliografia che l'illustre Maurizio Cantor, professore nella Università di Heidelberg mi ha fatto l'onore di scrivere sul mio primo lavoro intorno ai terremoti, più volte citato nello scritto presente, pubblicandola nel *Beilage zur Allgemeinen Zeitung*, N. 230. Augsburg, 18 August 1875. Di tutte le bibliografie e le recensioni che l'interesse dell'argomento seppe provocare, è questa senza dubbio la più completa ed esatta ed io quì la riporto perchè, essendo esaurita l'edizione del lavoro a cui essa si riferisce ed al quale così di sovente mi richiamo nello studio presente, la lettura di essa possa supplire, riassumendo in breve le idee in quella occasione sviluppate.

Ueber Erdbeben und die sie begleitenden Umstände. (Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti per *Antonio Favaro*. Venezia 1874.)

Räthselhaftigkeit der Ursachen, Furchtbarkeit der Wirkungen, das sind trotz aller Fortschritte welche die Wissenschaft und ihre Anwendung auf das tägliche Leben gemacht haben, die Eigenthümlichkeiten der Erdbeben heute wie vor zwei-und dreitausend Jahren, geeignet den Schrecken zu erhöhen welchen diese Aeusserung gehe imnissvoller Naturkräfte bei Gebildeten wie bei Ungebildeten erzeugt. Noch weiter steigert ihn das Bewusstsein von der Unmöglichkeit des Entrinnens. Wilde Feuerlohe durchfliegt die Gassen, wir retten uns nach der Windrichtung abgewandten Seite, schlimmsten Falles aus der Stadt hinaus. Die Sturmfluth überschwemmt das ganze

Gefilde, auf einem Hügel sind wir in Sicherheit. Wo aber entgehen wir der zitternden Erde mit ihren sich öffnenden und schliessenden Spalten, welche Berg in Thal, Thal in Berg verwandelt, ihre Opfer überall unversehens packt, sie hier unter den Trümmern zusammenstürzender Häuser, dort unter rutschenden Felsmassen begräbt, wenn nicht gar in das Erdinnere hinabzieht, wo sie auf ewig verschwinden. Unwissend und bang der Gefahr gegenüber muss der Mensch hier mehr als in irgendeinem Falle das Goethe'sche Wort als wahr anerkennen: « Die Geschichte der Wissenschaft ist die Wissenschaft selbst.» Fragen wir darum bei der Geschichte nach, welche Ansicht über das Entstehen des Erdbebens die Naturforscher sich gebildet haben, worin sie Anzeichen der sich nahenden Gefahr, Schutzmittel gegen dieselbe von Altersher zu finden glaubten? Wir werden freilich nicht berechtigt sein auf die Antwort, welche unsern Fragen wird, unbedingtes Vertrauen zu setzen. Wir wissen, dass das Alterthum mit einer Kühnheit, welche heute nicht geduldet wird, seine Theorien aufstellte, vollständige Seiltänzersprünge der Einbildungskraft für folgerechte Schlüsse haltend, und darum zwar da und dort zufällig das richtige Ziel berührend, aber nur zufällig, so dass ein anderer, späterer Kunstspringer leicht wieder auf einem ganz anderen falschen Punkte zur Erde kommen konnte. Aber die im Verhältniss zu ihren Hülfsmitteln feine, ihrem Natursinn entsprechende Beobachtungsgabe der Alten, dazu die immer vorhandene Möglichkeit, dass eine alte Theorie doch richtig gewesen sein konnte, legen uns, neben jener mangelnden Berechtigung, die Verpflichtung auf, jedesmal wo die Neuzeit noch unschlüssig zweifelt, an die Geschichte zu appelliren damit sie uns die verschiedenen Angaben aller Zeiten vergegenwärtige, und uns gestatte allgemein richtiges herauszugreifen, andere fragwürdige Beobachtungen zum Ziel neuerer Untersuchungen zu machen.

Diese Fragen hat bezüglich der Erdbeben ein italienischer Gelehrter, prof. Antonio Favaro von der Universität zu Padua, gestellt, und wir berichten hier nur über die Antworten welche ihm alte und neue Autoren, die er in übergrosser Anzahl zu Rathe gezogen, gegeben haben.

Die Theorien eines Thales, eines Demokrit, eines Strabo, eines Archelaos, eines Plinius überlassen wir dem Leser aus den Quellen oder aus der Zusammenstellung des Hrn Favaro kennen zu lernen. Wir wollen nur die Ansichten zweier griechischen Naturphilosophen erwähnen, welche dadurch ein erhöhtes Interesse erwecken, dass sie fast

Punkt für Punkt mit den beiden Schulrichtungen der Neuzeit zusammen fallen. Anaximenes nimmt an: die Abwechslung von Trockenheit und Nässe bringe Sprünge der Erdkrüste hervor, durch welche Wasser einsickere. Dieses löse im Innern der Erde einzelne Bestandtheile auf, und den Auswaschungen folgen Erdrutsche, auf der Oberfläche, als Erdbeben bemerklich. Das ist nahezu dieselbe Hypothese welche Boussaingault 1835 aufgestellt hat. Anaxagoras dagegen lässt Dampfe, im Erdinnern entstanden, einen Ausweg suchen oder gewaltsam im Erdbeben sich öffnen. Das ist die andere gegenwärtig wohl verbreitetere Meinung, als deren Vertreter seit dem Anfang unseres Jahrhunderts wir namentlich Alexander v. Humboldt anzuführen haben.

Gibt es Mittel seinen Wohnsitz gegen die Gefahren des Erdbebens zu sichern? Die Alten bejahen diese Frage. Nicht bloss dem göttlichen Schutze empfahlen sie sich indem sie in Griechenland den Poseidon anriefen, der, als Ennosigaios, als Erderschütterer benannt, auch die Verantwortlichkeit für die Erderschütterung trug, oder indem sie in Rom anonyme Opfer ohne Bezeichnung irgendeiner bestimmten Gottheit brachten, damit nicht, wie Aulus Gellius sagt, missverständlich einer falschen Gottheit geopfert würde: auch von einem durch Menschenhände herzustellenden Schutze weiss Plinius zu erzählen, von tiefen Brunnenschachten, welche rings um die Stadt gegraben ihr Sicherheit gegen Erdbeben verschaffen, gewissermassen freiwillig geöffnete Abzugscanäle für die sich spannenden Dämpfe. Favaro gibt mannichfaltige Erfahrungen aus früher und später Zeit an, welche es nicht gestatten mit dem Achselzucken des Hohnes an diesen Schachten vorüberzugehen, deren älteste Varro bis in etruskische Zeit hinaufragen lässt. So ist das erste Ergebniss der historischen Forschung der Wunsch: man möge auf die solchen Schachten und besonders tiefen und umfangreichen Bergwerken benachbarten Gegenden sein Augenmerk richten, ob sie in der That von Erdbeben nicht heingesucht werden. Eine fernere aus vorhanden gewesenen und bei neuen Erdstössen sich wiederholt öffnenden Mauerspalten gefolgerte Thatsache scheint die Constanz der Richtung der Erschütterungen an einem und demselben Orte zu sein — ein Umstand der vielleicht bei den Construction der in solchen Gegenden aufzuführenden Gebäude Berücksichtigung finden könnte.

Sollte aber das altempfohlene wie das jüngste Schutzmittel vor der Kritik neuer Beobachtungen bestehen oder nicht, so ist eine zweite kaum minder wichtige Frage die von Favaro aufgeworfene: ob es mö-

glich sei Erdbeben vorherzuverkündigen? Auch hier ist es dem unermüdlichen Verfasser des uns vorliegenden Bändchens gelungen einige solche Verkündigungen über alle Zweifel zu erheben. Dass Anaximander der Lacedämonier ein Erdbeben angesagt, melden Cicero und Plinius. Von einem zweiten alten Philosophen, bald von Pherekydes, bald von einem anderen, wird berichtet: er habe, nachdem er aus einem Brunnen getrunken, ein Erdbeben als bevorstehend bezeichnet, welches wirklich eintruf. Ein drittes Erdbeben hat, dem Kirchenhistoriker Evagrios zufolge, Simon von Emissa prophezeit. Das grosse Erdbeben vom 20 november 1343, welches Neapel zerstörte, hat nach dem wenige Tage später verfassten Bericht des Petrarca ein sternkundiger Bischof einer benachbarten Insel, also muthmasslich ein Bischof von Ischia, vorausverkundigt, Angst und Schrecken schon vor dem Eintritt der Katastrophe verbreitend. Diesen Berichten, namentlich dem zuletzt erwähnten, scheint, soweit es um die Thatsache eingetroffner Verkündigungen von Erdbeben sich handelt, durchaus nichts anzuhaben.

Viel zweifelhafter ist es dagegen, ob die Gründe zur Verkündigung stichhaltig waren, ob nicht ein nur zufälliges Zusammentreffen von Prophetenwort und Ereigniss arg entkräftet würde, wenn man ihm die Häufigkeit der Fälle an die Seite stellte, in welchen Ankündigungen von Erdbeben, ja von Weltuntergängen, sich nicht erwahrt haben. Wir erinnern zum Vergleiche nur an die heute noch, auch in gebildeten Kreisen, weit verbreitete Fabel von den Wetterveränderungen beim Mondwechsel, zu deren Bestätigung die seltenen Fälle des Zutreffens erwähnt, die unzähligen dagegen sprechenden Fälle verschwiegen werden. Vorsicht thut also gewiss noth, aber unter Wahrung dieser Vorsicht hat ebenso Favaro Recht, wenn er zum Zweck künftig möglicher Ankündigung von Erdbeben nur genaue Beobachtung aller ein solches Ereigniss begleitenden Erscheinungen verlangt, unter welchen er besonders drei Gruppen hervorhebt.

Zuerst scheinen Wasserzeichen, wenn der Ausdruck gestattet ist, grosse Verbreitung zu besitzen. Die Sage von Pherekydes und die Erzählung, dass dem Ausbruche vieler historisch beglaubigten Erdbeben ein Trübwerden der Quellen, übler Geruch derselben u. dgl. vorausgiengen, stimmen gut genug überein, um Favaro den Wunsch einzugeben: man solle an Erdbeben häufiger unterworfener Orten genaue chemische Quellenuntersuchungen vornehmen, und dieselben unmittelbar nach einem Erdbeben wiederholen, um etwaige Veränderungen in der Zusammensetzung festzustellen.

Zweitens macht Favaro auf magnetische Vorzeichen aufmerksam. In Japan habe man die Uebung grosse Magnete mit Eisenmassen zu belasten, unter welchen ein Tamtam sich befinde. Bei drohenden Erdbeben — dort nicht ungewöhnliches, wie es nach dieser Erzählung scheinen möchte — falle das Eisen herab, und verkünde durch lautes Tönen die Gefahr. Favaro fügt hinzu: dass 1755, bei dem grossen Erdbeben von Lissabon, eine ganz überreinstimmende Verminderung der Tragkraft der Magnete in physikalischen Cabineten in Deutschland wahrgenommen worden sei, und verlangt genaue magnetische Beobachtungen. Auch diesem Verlangen mag genügt werden, ohne dass die Alternative auszuschliessen ist, dass bei jenen Erdbeben die Eisenmassen nicht wegen verminderter Tragkraft der Magnete sich losrissen, sondern in Folge kleinster sonst kaum bemerklicher mechanischer Erschütterung, nachdem vorher ein nur labiles Gleichgewicht durch Vergrösserung des angehängten Gewichtes bis zu der genauen Gränze des vom Magneten ausübbaren Zuges hergestellt war.

Die grösste Wahrscheinlichkeit des Eintreffens steht wohl der von uns so eben schon angedeuteten dritten Gruppe der Vorerscheinungen. zu: den Zeichen minimaler Vorerschütterungen. Ihnen schreibt Favaro, wie uns scheint mit einigem Grunde, die Aengstlichkeit mancher Thiere in der einem Erdbeben vorhergehenden Zeitperiode zu, weil sie dem Erdbeben näher und ihn mit vier Füssen berührend die Bewegungen früher als der Mensch empfinden. Gerade diesen kleinsten Erschütterungen haben seit d'Abbadie's Vorgang einige Meteorologen bereits ihre ganze Aufmerksamkeit zugewandt, und mittelst neuer Vorrichtungen, der sog. Sismometer, die überraschende Thatsache festgestellt dass diese kleinsten Erdbeben, wenn man das Wort dazu missbrauchen darf, so häufig sind, dass durchschnittlich an einem Beobachtungsorte keine 30 Stunden ohne ein solches vergehen, und dass sie beispielweise jedes plötzliche Fallen des Barometerstandes regelmässig begleiten.

NOTA F

SUI RAPPORTI DEI FENOMENI ELETTRICI COI TERREMOTI.

Era mio primo divisamento, imitando quanto feci nel mio primo lavoro sui terremoti (*Intorno ai mezzi usati dagli antichi* ecc., Nota B, pag. 103-128) di raccogliere in una nuova nota speciale la continuazione dello spoglio da me fatto di alcune induzioni e di taluni risultati di osservazioni che si riferiscono ai rapporti dei fenomeni elettrici coi terremoti, ed, atteso il considerevole numero delle opere contenute in biblioteche italiane e straniere da me consultate, questa seconda serie di citazioni è riuscita anche soverchiamente voluminosa. Senonchè il timore delle troppo grandi proporzioni che sarebbe andato ad assumere il presente opuscolo e la considerazione che dall' epoca in cui pubblicai quel mio primo lavoro, la credenza nel fatto di fenomeni elettrici concomitanti i terremoti si è straordinariamente diffusa e può dirsi generalmente nutrita dagli studiosi, mi sconsigliarono dal dare alla luce questa parte del mio lavoro che pur m' aveva costato tanto tempo e tanta fatica.

Non posso tuttavia resistere al desiderio di riprodurre quì alcuni particolari trasmessi dal signor R. Rivet all' Accademia delle scienze di Parigi, estratti dal giornale « *Le Propagateur* » della Martinica, sulle scosse di terremoto che si sono fatte sentire in quest' isola nel mese di settembre 1875, e sui fenomeni elettrici che le precedettero nei fili telegrafici.

Riproduco questi particolari con tanto maggior piacere, perciocchè il signor Rivet nell' acccompagnarli all'alto Consesso sunnominato, accenna al loro nesso con un problema sul quale io ho avuto l' ardire, agli occhi di taluno, imperdonabile, di richiamare per il primo e seriamente l' attenzione degli studiosi. S' intende da sè che io voglio alludere alla predizione dei terremoti.

Ecco senz' altro gli accennati particolari:

Fort-de-France, le 21 septembre 1875.

Vendredi dernier, 17, à 11 heures du matin, une violente secousse de tremblement de terre s' est fait sentir à la Martinique.

Depuis ce jour, le même phénomène s' est souvent renouvelé avec variation dans son intensité et, au moment où nous écrivons, il n' a pas encore cessé de se manifester. (Une nouvelle secousse vient de se produire à 11h 30m).

La Guadeloupe et même la Dominique, situées dans le Nord et séparées de nous par quelques lieues seulement, n' ont éprouvé aucun ébranlement, tandis qu' à Sainte Lucie toutes les secousses ressenties à la Martinique se répercutaient, comme un écho ; à Saint-Vincent et à la Grenade, le même phénomène s' est produit, mais une seule fois, le 17, vers 9 heures du soir.

A Fort-de-France, nous avons observé que toutes les oscillations semblent partir des Pitons du Carbet, situés au nord de notre ville, et sont précédés d'un grondement sourd provenant des mêmes Pitons et se dirigeant vers le sud. C'est de ce centre que semble partir le phénomène, dont les oscillations s' étendent dans le sud vers les petites Antilles.

D' après les observations faites à Fort-de-France, depuis vendredi dernier (le 17), par M. Destieux, chef du bureau télégraphique de Fort-de-France, les secousses de tremblement de terre ont toutes été précédées de phénomènes électriques d'une intensité remarquable. « Vendredi, à 10h 25m du matin, M. Destieux remarqua que l' aiguille aimantée du galvanomètre, après avoir éprouvé une déviation anormale, « était devenue tout affolée, puis avait été se fixer vers la terre.» En touchant les vis et la bobine, qui se trouvent en contact direct avec la terre, il s' aperçut qu' elles étaient fortement électrisées, au point de produire de

véritables décharges au contact de la main. A 10^h 53^m, la première secousse de tremblemet de terre se produisit. Peu d'instants après, l'aiguille reprit sa position normale vers le Nord.

A 12^h 17^m, l'aiguille manifesta de nouveaux troubles, et ils augmentèrent successivement; à 2^h 45^m, la déviation devint plus marquée, et l'aiguille fut de nouveau attirée vers le conducteur terrestre: à 3 heures, il se produisit une forte secousse.

A 4 heures, l'aiguille, qui était revenue en place, recommence ses mouvements inquiets, puis parcourt toute l'étendue du cercle; à 6 heures, tremblement de terre. Le lendemain samedi, à 6 heures du matin, l'aiguille est en repos; a 2^h 25^m, attraction très-forte vers la terre; à 3 heures tremblement de terre; à 4 heures l'aiguille est affolée, elle est pour ainsi dire, soudée vers la terre; a 5^h 55^m, forte secousse de tremblement de terre.

Les mêmes phénomènes se représentent à chacune des secousses que l'on ressent depuis lors.

Nota. Le galvanomètre du télégraphe de Fort-de-France est en communication avec la terre au moyen d'un bloc de fer de 50 kilogrammes environ, enfoui dans le sol à 2 mètres de profondeur et qui est relié a l'instrument au moyen d'un conduit formé d'un fil de fer, d'un fil de cuivre et d'un fil de zinc. Pour que les phénomènes se manifestent, il faut que le galvanomètre ne soit pas isolé.

Ciò riferito, nei *Comptes rendus* (t. LXXXI, n. 16, 18 octobre 1875, p. 694) trovasi la seguente aggiunta, nella quale si esprime l'opinione del signor R. Rivet:

L'auteur pense que les phénomènes signalés par M. Destrieux peuvent fournir le moyen, vainement cherché jusqu'ici, de prévoir les secousses de tremblements de terre, quelque temps avant leur production.

GETTY RESEARCH INSTITUTE
3 3125 01166 1606

IX-6

DELLO STESSO AUTORE

(1869-1875)

Studi sul tracciamento della Galleria delle Alpi Cozie, preceduti da cenni storici. Torino, tip. Ceresole e Panizza, 1869.

Del Traforo delle Alpi Cozie dal 1.° *Gennaio* 1869 *al* 31 *Marzo* 1870 *e di alcune questioni ad esso relative.* Padova, tip. G. B. Randi, 1870.

Del Traforo delle Alpi Cozie dal 1.° *Aprile al* 31 *Dicembre* 1870, *e della questione di priorità nelle invenzioni ad esso relative.* Padova tip. G. B. Randi, 1871.

L' integratore di Duprez ed il planimetro dei momenti di Amsler. Lettera all' Ab. F. M. Moigno. Padova, tip. Sacchetto, 1870.

Di un nuovo metodo per la soluzione dei problemi di meccanica. Padova, tip. G. B. Randi, 1872.

Sulle prime operazioni del calcolo grafico. Venezia, tip. Grimaldo e C. 1872.

Intorno ad un nuovo apparato per la trasmissione della forza, avuto speciale riguardo alla forza motrice dell' acqua. Firenze, tip. dell' Associazione, 1873.

Lezioni di Statica Grafica. Vol. I (ad uso degli studenti della R. Università di Padova) 1873.

Parte I. Geometria di posizione.
» II. Calcolo grafico.
» III. Statica grafica.

La Statica Grafica nell' insegnamento tecnico superiore. Venezia, tip. Grimaldo e C. 1873.

Beiträge zur Geschichte der Planimeter. Wien, 1873. Druck und Verlag von Rudolph v. Waldheim.

La carestia del carbon fossile. Padova, tip. alla Minerva dei fratelli Salmin, 1873.

Il traforo del Gottardo. Note di una visita ai lavori. Padova, tip. alla Minerva dei fratelli Salmin, 1874.

Intorno alla costruzione delle punteggiate projettive simili. Venezia, tip. Grimaldo e C., 1874.

Intorno alle opere di Alfredo Clebsch. (Versione dal tedesco). Napoli, Benedetto Pellerano editore, 1874.

Intorno ad una nuova sorgente di forza motrice. Padova, tip. alla Minerva dei fratelli Salmin, 1874.

Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti. Venezia, tip. Grimaldo e C. 1874.

Notizie storiche sulle frazioni continue dal secolo decimoterzo al decimosettimo. Roma, tip. delle scienze matematiche e fisiche, 1875.

Saggio di cronografia dei matematici dell' antichità. (A. 600 a C. -- A. 400 d. C.) Padova, premiata tip. Francesco Sacchetto, 1875.

Sulla rappresentazione grafica dei prezzi delle derrate. Padova, prem. tip. alla Minerva, 1875.

Sulla ipotesi geometrica nel Menone di Platone. Padova, tip. del Seminario, 1875.

Notizie sulla scuola d' applicazione per gli Ingegneri annessa alla R. Università di Padova. Padova, prem. tip. alla Minerva, 1875.

Di alcuni fenomeni che accompagnano i terremoti e dei mezzi atti ad attenuarne gli effetti. Firenze, tip. edit. dell' Associazione, 1875.